А. М. ЦУЗМЕР • О. Л. ПЕТРИШИНА

ЧЕЛОВЕК

анатомия • физиология • гигиена



А. М. ЦУЗМЕР,
О. Л. ПЕТРИШИНА

ЧЕЛОВЕК

анатомия

•

физиология

•

гигиена

Учебник для 8 класса
средней школы

Под редакцией академика
В. В. Парина

Издание 12-е

Утвержден
Министерством просвещения СССР

Москва «Просвещение» 1979

КАК ПОЛЬЗОВАТЬСЯ УЧЕБНИКОМ

Выполнение домашнего задания начинайте с чтения параграфа. При этом пользуйтесь рисунками, на которые есть ссылки. Если в тексте есть специальная ссылка, работайте с цветными таблицами. Подписей под рисунками и таблицами нет. Их объяснение дано в тексте. Поэтому без чтения параграфов вы не поймете рисунков, а без работы с рисунками не усвоите текста.

Закончив чтение параграфа, объясните термины и понятия, напечатанные в его конце *таким шрифтом*. Они отмечены значком ■. Это главное из всего того, что вы узнали при чтении. Затем, не заглядывая в текст, проверьте, усвоили ли вы содержание рисунков и таблиц, на которые делались ссылки. После этого надо приступить к ответам на вопросы для самопроверки, напечатанные таким шрифтом и отмеченные значком ? . Только тогда вы сможете ответить на вопросы, требующие самостоятельного решения. Эти вопросы напечатаны в тексте таким же шрифтом и отмечены значком !

Если на какой-либо ступени работы вы испытаете затруднение, вам придется вновь обратиться к соответствующей части текста параграфа.

К некоторым параграфам даны задания. Перед ними стоит значок ▲ В этих случаях домашнюю работу заканчивайте выполнением задания. Задания по самонаблюдениям, рассчитанные на долгий срок, выполняйте в течение всего учебного года. Их итоги будут подведены при изучении последней темы курса.

В конце книги помещены задания к лабораторному практикуму. Лабораторные работы проводятся в классе на соответствующих уроках.

Ц $\frac{60601-157}{103(03)-79}$ инф. письмо

ВВЕДЕНИЕ

Изучая зоологию, вы убедились в том, что разнообразие современного животного мира — это результат длительного исторического развития живых организмов, происходившего на протяжении многих сотен миллионов лет. На определенном этапе этого процесса в длинной цепи организмов возникло новое звено — человек. У него сохранилось много общих черт с животными. Но человек резко отличается от животных. Общественный труд людей влияет на всю окружающую природу. Эта отличительная черта связана с высоким развитием головного мозга человека. Самыми сложными проявлениями деятельности этого органа являются сознание и отвлеченное мышление. Именно поэтому человечество смогло пройти в своем развитии длинный путь от собирания дикорастущих растений и охоты на диких животных до применения научных методов земледелия и животноводства, от устройства жилищ в пещерах до строительства современных городов, от грубо обработанных каменных орудий до сложнейшей техники наших дней, позволяющей людям использовать энергию атома и открывающей им путь в космос.

Развитие науки позволило проникнуть в ранее неведомые тайны природы, в том числе и в сокровенные процессы жизни растений, животных, человеческого организма.

Знания по ботанике и зоологии окажут вам большую помощь при усвоении курса анатомии, физиологии и гигиены человека. Какие же вопросы изучают эти науки?

Анатомия — наука, изучающая строение и форму организма и его органов.

Физиология — наука, изучающая жизненные функции целостного организма, отдельных органов и их систем.

Гигиена — это наука о создании условий, благоприятных для сохранения человеком здоровья, о правильной организации его труда и отдыха.

Эти три науки тесно связаны между собой. Поэтому в школе их основы изучают вместе.

Каждый человек должен быть знаком со строением и функциями своего организма. Здоровье любого из нас в значительной степени зависит от сознательного соблюдения гигиенических правил. Понятно, какое большое значение для вас будет иметь знание научно обоснованных правил личной и общественной гигиены. Применяя на практике гигиенические правила, вы сумеете укрепить свой организм, закалить его, уберечь себя от различных заболеваний. Это поможет вам стать физически развитыми, здоровыми людьми, способными к любому труду.

Анатомия, физиология, гигиена и некоторые другие науки составляют основы современной медицины. Изучая строение

и функции организма человека, эти науки в тесном содружестве делают все новые и новые успехи в предупреждении и лечении болезней. Огромных успехов достигла в наши дни хирургия. Нож хирурга проникает теперь даже в те органы, малейшее повреждение которых грозит человеку мгновенной смертью — в сердце, головной мозг. Десятки тысяч человеческих жизней отвоевывает хирургия у смерти, возвращая обреченных людей к труду, к творчеству.

Наша отечественная наука внесла большой вклад в развитие медицины. Так, выдающийся врач-анатом Н. И. Пирогов заложил основы многих областей современной хирургии. Советские ученые-медики А. В. и А. А. Вишневские, А. Н. Бакулев, Н. П. Амосов и другие сыграли важную роль в разработке методики операций на сердце. Наш физиолог В. П. Демихов разработал методику пересадки сердца от собаки собаке. В дальнейшем в ряде стран мира эта методика была использована уже на людях.

В течение многих столетий грозные эпидемии заразных болезней — чумы, холеры, черной оспы — беспрепятственно распространялись, опустошая села, города и даже целые страны. Теперь медицина находит действенные средства предупреждения эпидемий. В этом ей помогают такие науки, как микробиология и вирусология. Их достижения дали возможность обнаружить не видимых невооруженным глазом возбудителей многих инфекционных болезней.

Каким же образом науке удалось проникнуть в тайны строения и функций человеческого организма?



Пирогов Николай Иванович (13 ноября 1810 — 23 ноября 1881) — хирург и анатом, исследования которого положили начало анатомо-экспериментальному направлению в хирургии, основоположник военно-полевой хирургии, член-корреспондент Петербургской Академии наук.

Пирогов впервые в истории хирургии применил эфир для наркоза в условиях войны; создал ряд новых методов операций, носящих его имя.

Труды Н. И. Пирогова выдвинули русскую хирургию на одно из первых мест в мире. Например, «Топографическая анатомия» (1854) принесла ему мировую славу и до сих пор является настольной книгой врачей-хирургов.

Вскрытие трупов людей позволило анатомам подробно изучить строение человеческого тела и его органов. Сравнивая строение человека со строением позвоночных животных, ученые обнаружили большое сходство. Это дало возможность физиологам использовать животных для постановки опытов, выясняющих функции органов человека.

Некоторые физиологические наблюдения удается проводить и на организмах людей. Например, ученые обнаружили, что в некоторых органах животных и человека непрерывно возникают очень слабые электрические токи, названные биотоками. Они изменяются в зависимости от состояния органов: при относительном покое характер биотоков иной, чем во время деятельности. Биотоки улавливают и записывают при помощи специальной, очень чувствительной аппаратуры. Этот метод исследования не только помогает изучать функции некоторых органов человека, но и позволяет устанавливать отдельные его заболевания. Запись биотоков сердца — электрокардиограмма — нередко дает врачам возможность выявить болезнь этого органа.

Проникновение науки в сущность сложнейших жизненных процессов, совершающихся в человеческом организме, нанесло сокрушительный удар религиозным представлениям о человеке как «венце творения божия». Физиология человека дает убедительные доказательства несостоятельности утверждений, будто жизнь и ее проявления, а также сознание и мышление, присущие людям, зависят от частицы «духа божьего», которую «создатель» якобы вдохнул в человека. Таким образом, изучение физиологии служит одной из важных основ формирования подлинно научного мировоззрения.

■ *Физиология. Анатомия. Гигиена.*

I. ОБЩЕЕ ЗНАКОМСТВО С ОРГАНИЗМОМ ЧЕЛОВЕКА

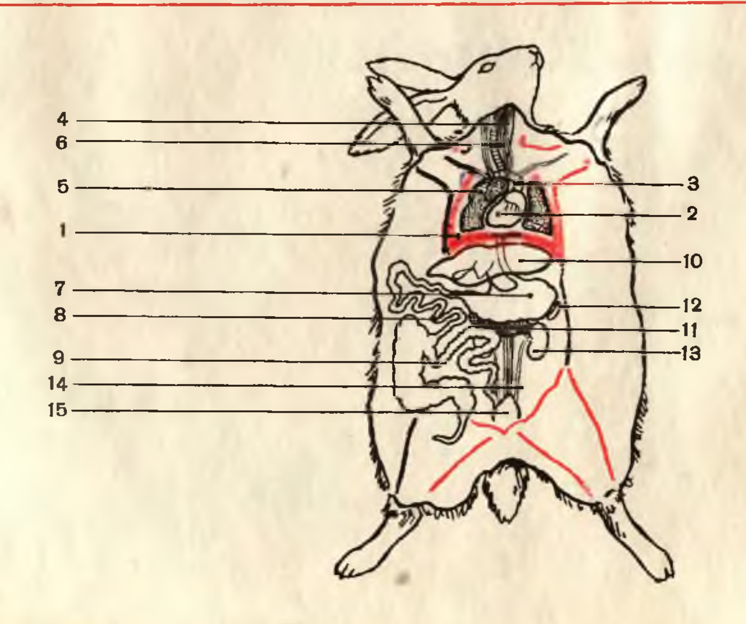
I. ОРГАНЫ И СИСТЕМЫ ОРГАНОВ

Сходство человека с животными. Уже при наружном осмотре легко заметить сходство человека с наземными позвоночными животными. У людей, как и у этих животных, тело расчленено на голову, туловище и две пары конечностей. Особенно велико сходство человека с млекопитающими животными. Развивающийся зародыш человека вынашивается внутри тела матери, младенцы вскармливаются материнским молоком. На коже человека нетрудно заметить короткие, редко расположенные волосы. Они напоминают волосяной покров млекопитающих. Это сходство проявляется и в наличии многочисленных сальных и потовых кожных желез. Указанные признаки, как и наличие ушных раковин, ногтей, соответствующих когтям или копытам животных, строение зубной системы, свидетельствуют о том, что человек принадлежит к классу млекопитающих. Еще больше убеждает в этом сравнение внутреннего строения человека и млекопитающих животных.

Сравните внутреннее строение кролика и человека, пользуясь рисунками 1 и [redacted].

Найдите мышечную перегородку — диафрагму *(1)*, которая отделяет грудную полость от брюшной.

Рассмотрите находящиеся в грудной полости сердце *(2)*, крупные кровеносные сосуды *(3)*, дыхательную трубку — тра-



1

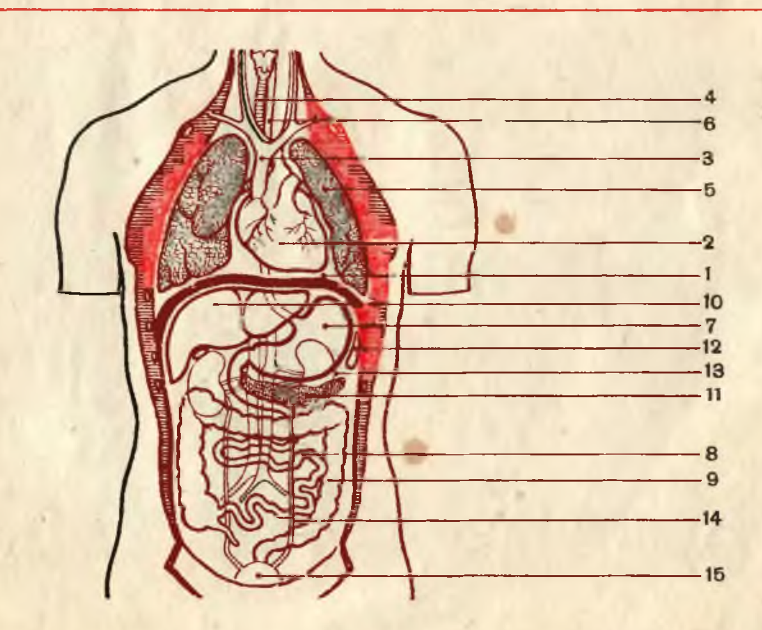
хею *(4)*, легкие *(5)* и пищевод *(6)*, расположенный позади трахеи. Найдите в брюшной полости желудок *(7)*, тонкую *(8)* и толстую *(9)* кишки, печень *(10)*, поджелудочную железу *(11)*, лежащую в петле тонкой кишки под желудком, и селезенку *(12)*. В глубине брюшной полости рассмотрите продолжения кровеносных сосудов и две почки *(13)*, имеющие форму бобов. От почек отходят тонкие трубочки — мочеточники *(14)*, которые впадают в мочевой пузырь *(15)*, расположенный в нижней части брюшной полости.

Системы органов. *Сердце, кровеносные сосуды, легкие, почки — все это органы,* т. е. части организма, выполняющие в нем различные функции. Каждый орган выполняет в нашем теле определенные функции.

Одни органы защищают тело от повреждений, другие обеспечивают его движения, в третьих изменяется пища и превращается в вещества, из которых строится организм, четвертые непрерывно доставляют кровь всем органам.

Группы органов, выполняющих совместно общие функции, образуют системы органов. В своей деятельности системы органов связаны между собой. Согласованные процессы, одновременно протекающие в них, обеспечивают жизнь всего организма.

Система покровных органов образована кожей, покрывающей тело снаружи, и влажными слизистыми оболочками, выстилающими изнутри, например, полость рта, носа, внутреннюю поверхность пищеварительного канала, дыхательных путей. Эти органы защищают наш организм от различных



2

внешних воздействий, высыхания, резких колебаний температуры, от проникновения вредных веществ и микробов.

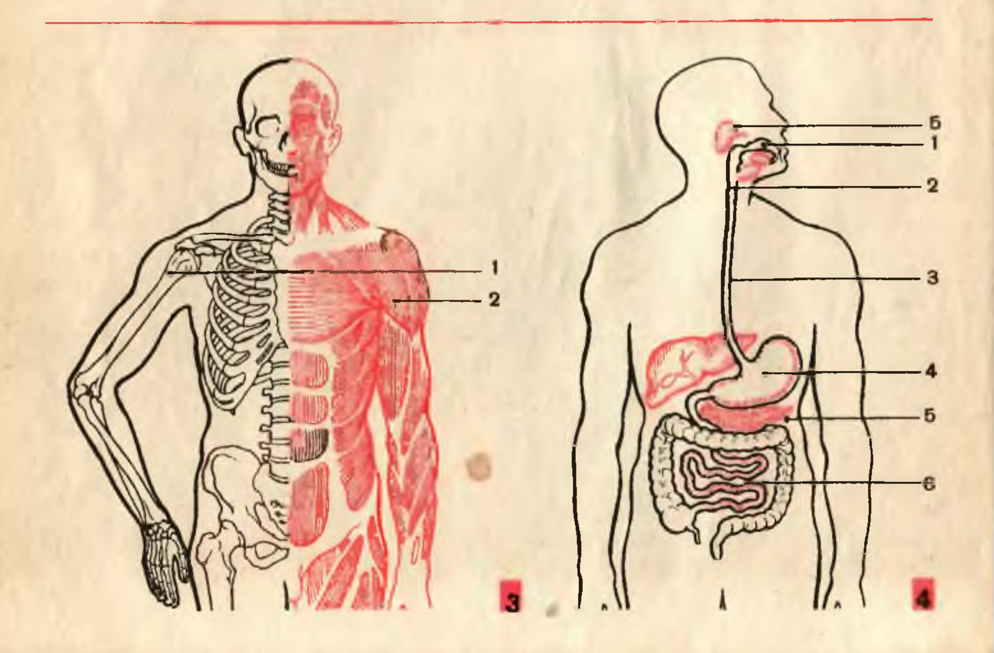
Опорно-двигательную систему составляют скелет (рис. 3, *1*) и мышцы. Костный скелет — это твердая основа нашего организма. К костям прикреплены скелетные мышцы *(2)*. С их помощью совершаются различные движения, такие, как ходьба, бег, физическая работа.

Пищеварительная система (рис. 4) начинается полостью рта *(1)*. Оттуда пища поступает в глотку *(2)*, затем в пищевод *(3)*. Дальнейшее переваривание пищи происходит в желудке *(4)* и кишечнике *(6)*. Перевариваюшаяся пища подвергается действию пищеварительных соков, которые вырабатываются в пищеварительных железах *(5)*, например слюнных. В результате образуются вещества, необходимые для построения тела и для деятельности всех его органов. Эти вещества переносятся кровью от кишечника во все участки тела.

Кровеносная система (рис. 5) снабжает все органы питательными веществами и кислородом, которые необходимы для обеспечения жизненных процессов в организме. Удаление из органов некоторых образующихся в них веществ, например углекислого газа CO_2, также осуществляется кровеносной системой.

Эти функции выполняет кровь, непрерывно омывающая все части нашего тела. Движение крови по кровеносным сосудам *(2)* происходит благодаря сокращениям мышечного органа — сердца *(1)*.

Система органов дыхания (рис. 6) обеспечивает насыще-



ние крови кислородом и освобождение ее от углекислого газа. Воздух проникает сначала в носовую полость *(1)*, затем в носоглотку *(2)*, гортань *(3)*, дыхательную трубку—трахею *(4)* и наконец в легкие *(5)*. В легких кровь обменивается газами с атмосферным воздухом.

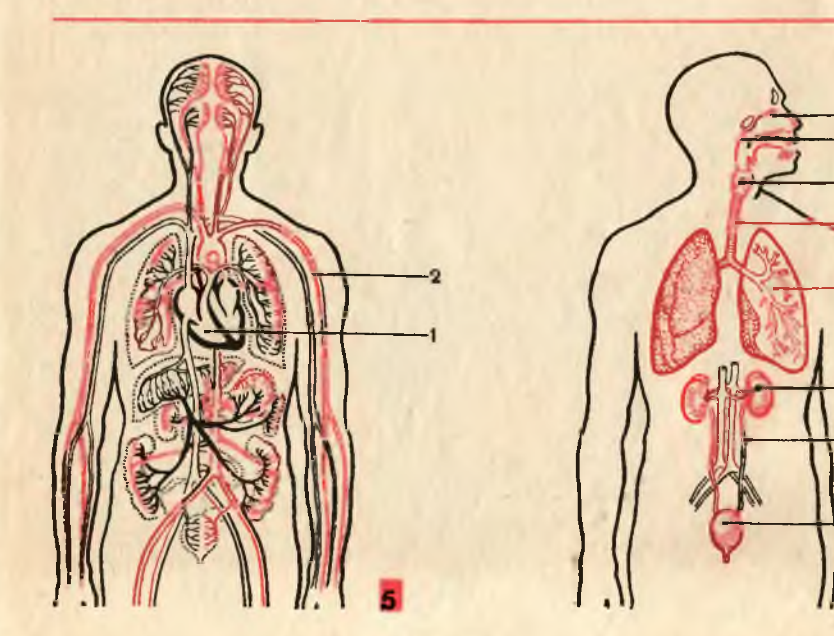
Основные *органы выделения* (рис. 6)—это почки *(6)*. В этих органах кровь освобождается от некоторых растворенных в ней веществ, подлежащих удалению из организма. В почках образуется моча, которая через мочеточники *(7)* стекает в мочевой пузырь *(8)*, откуда и удаляется наружу.

Нервная система играет огромную роль в осуществлении деятельности всех органов тела. Любое нарушение связи между нервной системой и каким-либо органом ведет к прекращению нормального его функционирования.

Велико значение нервной системы в согласовании деятельности всех органов тела. Наконец, благодаря нервной системе поддерживается постоянная связь между организмом и окружающим его внешним миром. Эта связь осуществляется через систему *органов чувств.*

Нервная система (рис. 7) образована головным *(1)* и спинным *(2)* мозгом, от которых отходят нервы *(3)*, пронизывающие все участки тела. Головной и спинной мозг образуют центральную нервную систему, а нервы относятся к периферической нервной системе.

Железы внутренней секреции (рис. [redacted])—это органы, которые вырабатывают и выделяют в кровь особые вещества. Кровь разносит их по всему телу. Вещества, образуемые желе-



5

6

зами внутренней секреции, оказывают мощное воздействие на функции различных органов.

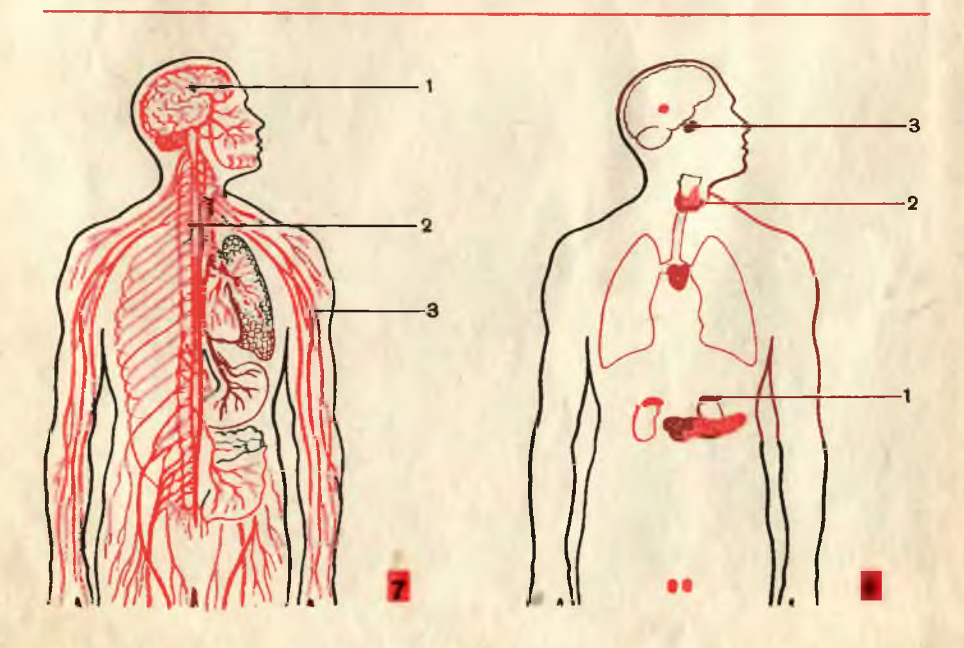
Так, одно из веществ, выделяемых в кровь надпочечниками, вызывает усиление и учащение сердечных сокращений, сужение кровеносных сосудов, расширение зрачка глаза и ряд других изменений.

Среди желез внутренней секреции отметим, например, надпочечники *(1)*, щитовидную железу *(2)*, нижний мозговой придаток *(3)*.

Система органов размножения обеспечивает воспроизведение организмами себе подобных — продолжение рода. К этой системе относятся мужские половые железы — семенники, женские половые железы — яичники, а также матка, внутри которой происходит развитие зародыша.

Орган. Функции органов. Система органов.

? 1. В чем сходство млекопитающих животных с человеком? 2. Какие вы знаете системы органов? 3. К какой системе органов принадлежат кожа и слизистые оболочки? 4. Каково значение опорно-двигательной системы? 5. Какие органы образуют пищеварительную систему и каково ее значение? 6. Какие органы кровеносной системы вы знаете и каково ее значение? 7. Какими органами образована система органов дыхания? 8. Какое значение имеет дыхание? 9. Каково значение выделительной системы и какие органы ее образуют? 10. Какие функции в организме осуществляет нервная система и из каких органов она состоит? 11. Какую роль в организме играют железы внутренней секреции? 12. Каково значение системы органов размножения?



2. КЛЕТКА И ЕЕ РАЗМНОЖЕНИЕ

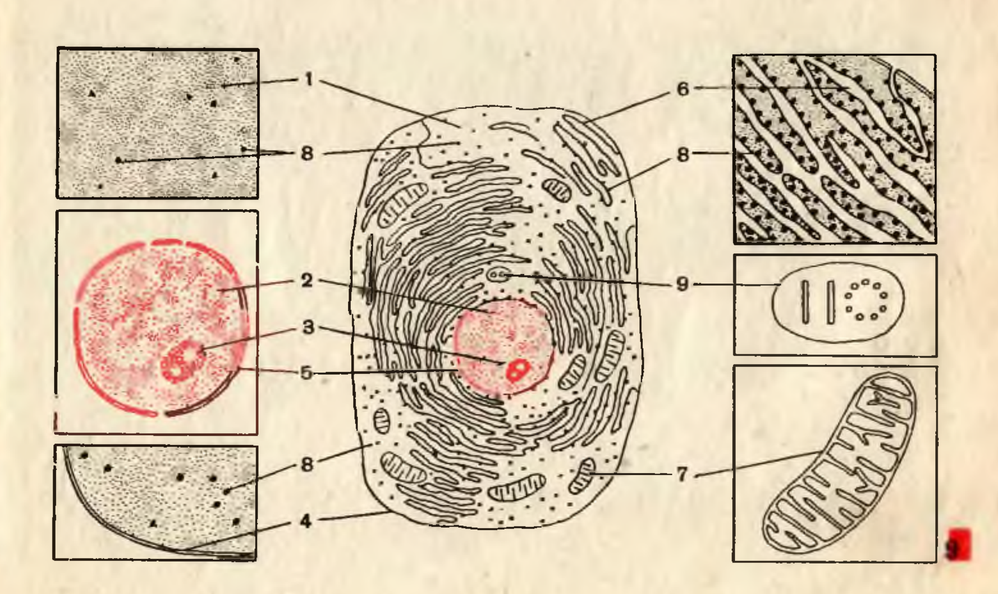
Строение клетки. Если рассмотреть под микроскопом тонкий срез, взятый из любого органа человека, то можно увидеть, что наше тело, подобно животным и растительным организмам, имеет клеточное строение.

До недавнего времени клетку изучали с помощью светового микроскопа, дающего увеличение до двух тысяч раз. Но после того как был сконструирован электронный микроскоп, позволяющий достигать увеличения до миллиона раз, исследователи начали проникать в тончайшие детали чрезвычайно сложного строения клетки.

Познакомьтесь по рисунку 9 со строением клетки под электронным микроскопом.

С помощью светового микроскопа было установлено, что основные части клетки—это *цитоплазма (1)* и *ядро (2)*, внутри которого находится одно или несколько *ядрышек (3)*. И цитоплазма и ядро вязкие, полужидкие.

Цитоплазма одета снаружи тончайшей, состоящей всего из нескольких слоев молекул оболочкой—*наружной мембраной (4)*. Она различима только в электронный микроскоп. Используя его, удалось обнаружить также *ядерную оболочку (5)* и ознакомиться с ее строением, изучить расположенные в цитоплазме мельчайшие структуры клетки—*органоиды*, выполняющие в ней определенные функции. К числу органоидов принадлежат тончайшие *канальцы (6)*, образующие в цитоплазме сеть, *митохондрии (7)*, *рибосомы (8)*. В цитоплазме



находится также различимое при помощи обычного микроскопа тельце — *клеточный центр (9).*

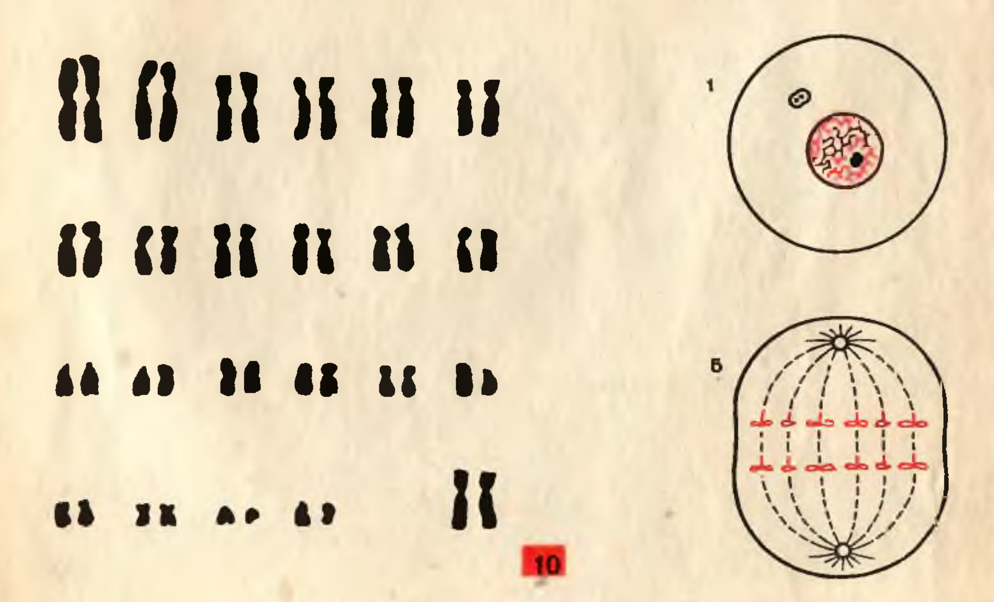
Живая клетка — это очень сложная система. В ее органоидах совершаются разные жизненные процессы. В одних органоидах происходит образование веществ клеток. В других органоидах вещества клеток химически изменяются, окисляются. Так, в рибосомах образуются белки клетки, а в митохондриях происходит окисление клеточных веществ.

Находящиеся в цитоплазме вещества постоянно перемещаются. В этом перемещении определенную роль играет диффузия. Кроме того, полужидкая цитоплазма медленно движется внутри клетки. Вместе с нею движутся и органоиды. Наконец, многие вещества проникают из ядра в цитоплазму и из цитоплазмы в ядро.

Во время деления клеток в их ядрах становятся видимыми нитевидные образования — *хромосомы.* Для каждого вида растений и животных характерно определенное количество и форма хромосом в любой клетке тела. В клетках человека по 46 хромосом (рис. **10**).

Размножение клеток. Как и у большинства животных и растений, клетки в организме человека размножаются в основном *непрямым делением* пополам. Это очень сложный процесс. Проследим его по схеме на рисунке **11**. (Для упрощения схематического рисунка на нем вместо 46 хромосом показано всего 6.)

В промежутках между делениями клеток хромосомы в ядрах настолько тонки, что неразличимы даже в электронный



10

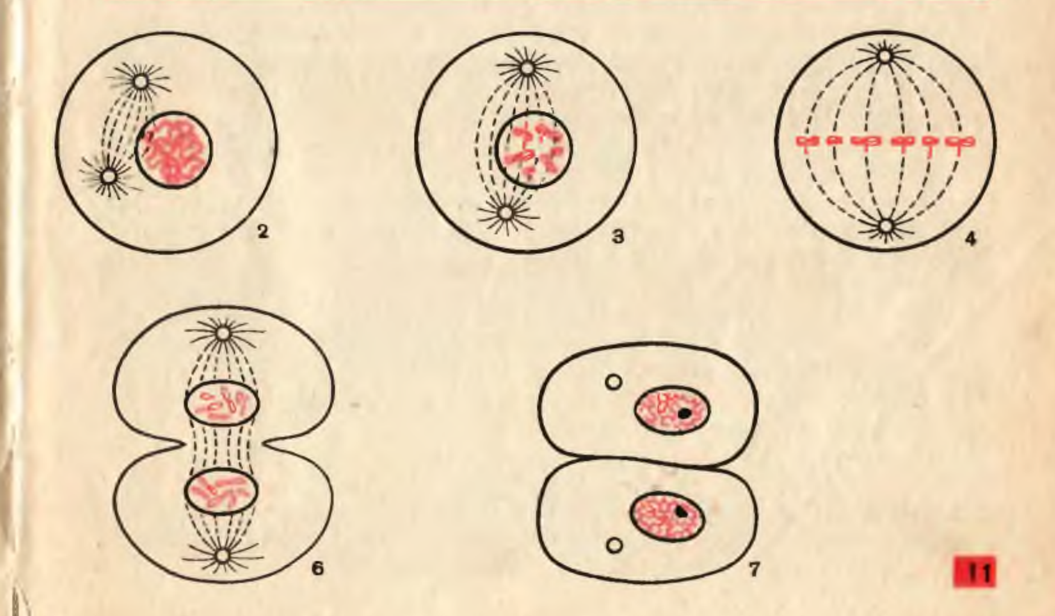
микроскоп. Перед началом деления клетки *(1)* каждая из 46 хромосом ее ядра удваивается — достраивается за счет находящихся в ядре веществ.

В клетке происходят и некоторые другие изменения: клеточный центр разделяется надвое *(2)*; между обеими его частями в цитоплазме появляются тончайшие туго натянутые нити *(2, 3)*. Затем удвоившиеся хромосомы ядра сильно утолщаются, укорачиваются и становятся ясно различимыми под микроскопом *(3)*. Ядерная оболочка растворяется. На следующей стадии деления части клеточного центра расходятся к полюсам клетки, а удвоенные хромосомы располагаются в плоскости ее экватора *(4)*. Затем образовавшиеся в результате удвоения хромосомы начинают расходиться к полюсам клетки, и в каждой ее половине оказывается по 46 хромосом *(5)*.

Хромосомы сближаются друг с другом, вокруг них образуется ядерная оболочка. Одновременно с этим на границе двух новых клеток формируется клеточная мембрана, а на цитоплазме появляется перетяжка *(6)*, которая постепенно углубляется. Наконец цитоплазма разделяется полностью, а хромосомы сильно утончаются и превращаются в длинные нити *(7)*.

Так завершается клеточное деление: из одной клетки образуются две. В ядрах новых клеток находится по 46 хромосом, таких же, как в той, которая дала им начало.

Хромосомы являются носителями наследственных задатков организма, передающихся от родителей потомству.



■ *Органоиды. Хромосомы.*

? 1. Какие части клетки можно обнаружить с помощью светового микроскопа? 2. Какие детали строения клетки удалось рассмотреть с помощью электронного микроскопа? 3. Где располагаются хромосомы? 4. Сколько хромосом содержится в каждой клетке тела человека? 5. Какие органоиды клетки вам известны? 6. Как происходит непрямое деление клетки?

3. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕТКИ И ЕЕ ЖИЗНЕННЫЕ СВОЙСТВА

Вещества клетки. Клетки нашего организма состоят из разнообразных химических соединений. Одни из этих соединений — неорганические — встречаются и в неживой природе. К ним относятся вода и минеральные соли. Но для живых клеток наиболее характерны органические соединения, молекулы которых имеют очень сложное строение. Среди них наибольшее значение имеют белки, жиры, углеводы и нуклеиновые кислоты.

Неорганические соединения клетки. Больше всего в клетках воды. Вода — хороший растворитель; она играет важную роль во всех жизненных процессах, протекающих в клетках. В водном растворе совершается химическое взаимодействие между различными веществами, содержащимися в клетке. Питательные вещества, находящиеся в растворенном состоянии, проникают в клетку через наружную мембрану. Вода также способствует удалению из клетки веществ, которые образуются в результате совершающихся в ней жизненных процессов.

Минеральные соли содержатся в цитоплазме и ядре клеток в малых концентрациях. Но тем не менее их роль в жизни клетки очень велика. Об этом вы узнаете из следующих тем.

Органические соединения клетки. Из веществ, образующих клетку, главная роль в осуществлении ее функций принадлежит органическим соединениям.

Белки — это основные вещества любой живой клетки. Без них нет жизни. Они составляют основу цитоплазмы и ядра.

Белки принадлежат к числу наиболее сложных веществ, встречающихся в природе. Их молекулы образованы тысячами атомов. Но количество элементов, входящих в состав белков, относительно невелико. В белках обязательно содержатся углерод, водород, кислород и азот. Кроме этих четырех обязательных элементов, в белках почти всегда присутствует сера, часто фосфор и некоторые другие.

По размерам белковая молекула в сотни и тысячи раз превосходит молекулы известных вам неорганических соединений. Установлено, что молекула любого белка растений, животных или человека образована сотнями последовательно связанных друг с другом молекул *аминокислот* (рис. [illegible]).

В состав белков входит только немногим более 20 различных видов аминокислот. И несмотря на это, белковые соединения бесконечно разнообразны. В одной живой клетке насчитывается до 1000 различных белков! Кроме того, белки разных организмов обладают неодинаковым составом.

Как же может комбинация из столь малого числа видов аминокислот дать такое огромное разнообразие белков? Это можно понять, вспомнив, что любой из на   используя всего 32 буквы алфавита, может написать бесконечное количество различных слов и предложений. Подобно этому и разнообразие белков зависит от той последовательности, в которой связаны между собой образующие их молекулы аминокислот.

Жиры имеют менее сложное строение молекул. В их состав входит всего три элемента — углерод, водород, кислород.

Углеводы образованы теми же элементами, что и жиры, — углеродом, водородом и кислородом. Но строение молекул углеводов иное. К ним принадлежат разные сахара, крахмал.

Нуклеиновые кислоты образуются в клеточном ядре. Отсюда и произошло их название (*нуклеус* — латинское название ядра). Одни из нуклеиновых кислот — ДНК (сокращенное название дезоксирибонуклеиновых кислот) — находятся в основном в хромосомах клеток. Эти кислоты играют основную роль в построении характерных для данной клетки белков и в передаче наследственных задатков от родителей потомству. Молекулы ДНК значительно крупнее белковых. Функции других нуклеиновых кислот — РНК (сокращенное название рибонуклеиновых кислот) — тоже связаны с построением белков в клетке.

Последовательность аминокислот в молекуле белка инсулина.



12

Основные жизненные свойства клетки. Каждая живая клетка нашего тела получает вещества, приносимые ей кровью от органов пищеварения, — *питается.*

В клетке происходят процессы образования органических соединений, молекулы которых имеют сложное строение, из более простых веществ, проникающих в нее извне. Эти процессы называются *биосинтезом.*

Органические соединения подвергаются в клетке химическому *распаду* и образуют вещества более простого строения. В большинстве клеток наряду с распадом органических соединений происходит их *окисление* кислородом, приносимым кровью. При распаде и окислении веществ освобождается энергия, расходуемая на жизненные процессы, протекающие в клетке.

Клетки способны реагировать на раздражения — физические и химические изменения в окружающей их среде, т. е. обладают *раздражимостью.* Так, клетки мышц под действием раздражения становятся короче и толще — сокращаются, а клетки слюнных желез при раздражении выделяют слюну.

Клеткам свойственны *рост* и *размножение.* Особенно быстро размножаются клетки в детском и юношеском организмах. Но и у взрослых людей этот процесс не прекращается. Некоторые клетки в течение всей жизни человека отмирают и постоянно заменяются новыми. Так, заживление ран, срастание костей в местах перелома происходят благодаря размножению клеток.

Питание, биосинтез органических соединений, распад и окисление клеточных веществ, раздражимость, рост и размножение — это основные свойства живых клеток.

Ферменты. Все жизненные процессы, протекающие в клетке, связаны с непрерывным изменением физического состояния и химического состава образующих ее веществ.

Течение многих химических реакций ускоряется в присутствии некоторых веществ. В живой клетке находится множество белков, каталитически ускоряющих происходящие в ней химические превращения. Эти белки — катализаторы — получили название *ферментов.* Так, процессы биосинтеза, окисления в живой клетке могут происходить только в присутствии определенных ферментов. Большинство белков, находящихся в клетке, обладает свойствами ферментов.

■ *Белки. Жиры. Углеводы. Нуклеиновые кислоты. Ферменты.*

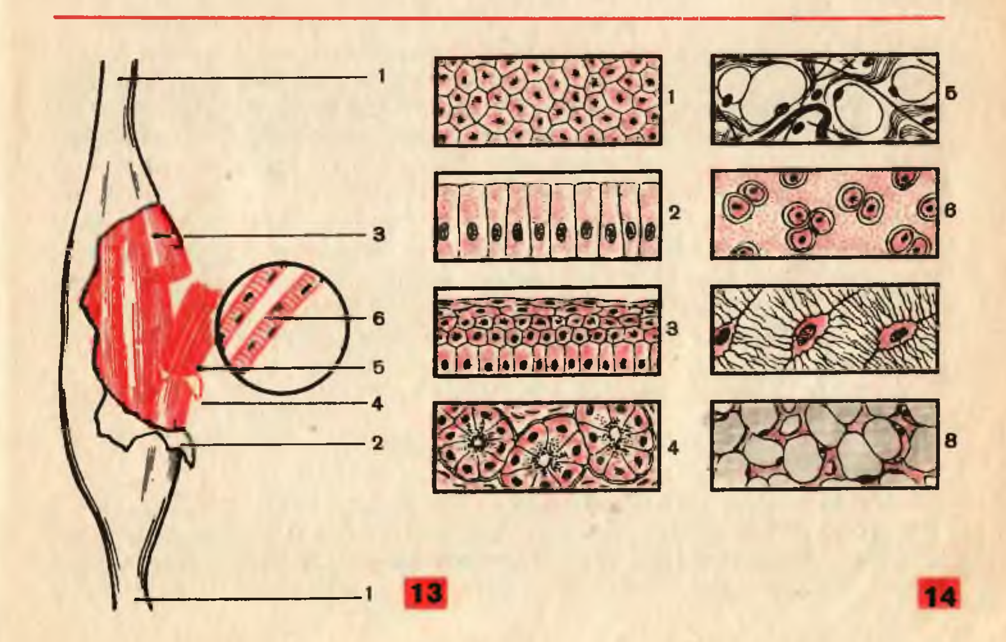
? 1. Какие вещества содержатся в клетке? 2. Какого вещества в клетке больше всего? 3. Какие вещества наиболее характерны для живой клетки? 4. Какие вещества составляют основу цитоплазмы и ядра? 5. Какие элементы входят в состав белков? 6. Что вы знаете о строении белковой молекулы? 7. Чем объясняется разнообразие белков? 8. Какие элементы входят в состав жиров и углеводов? 9. Каковы основные жизненные свойства клетки?

4. ЧТО ТАКОЕ ТКАНЬ. ЭПИТЕЛИАЛЬНЫЕ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

Ткани. Органы образованы различными тканями. *Ткань — это множество клеток, сходных между собой по строению и выполняемым функциям.* Между клетками тканей находится межклеточное вещество.

Ткани нашего организма разнообразны. Их разделяют на четыре основные группы. Эпителиальные (покровные) ткани образуют наружные покровы тела и выстилают многие полости внутренних органов. Соединительные ткани разнообразны по строению и функциям. Одни образуют прослойки в органах или между ними. Другие, например костная и хрящевая, выполняют опорную функцию. Мышечные ткани выполняют в организме функцию движения. Это основная ткань скелетных мышц и мышц внутренних органов. Нервная ткань образует основную массу головного и спинного мозга.

Разные ткани можно обнаружить в любом органе. В этом легко убедиться, например, при рассматривании скелетной мышцы (рис. 13). Мышца прикрепляется к костям белыми, плотными, упругими сухожилиями, которые образованы соединительной тканью *(1).* Снаружи мышцу одевает прозрачная, тоже соединительнотканная тонкая оболочка *(2).* Если снять эту оболочку, то оказывается, что мышца состоит из многих пучков *(3).* Каждый из них покрыт оболочкой *(4)*, похожей на наружную. Его можно расщипать на еще более мелкие



13

14

пучки *(5)*. Нелегко выделить самый мелкий мышечный пучок. Но с помощью специальных инструментов и его удается разделить на отдельные микроскопически тонкие мышечные волокна *(6)*. Эти волокна образуют мышечную ткань.

Эпителиальные ткани. В эпителиальных тканях (рис. **14**, *1—4*) клетки плотно прилегают друг к другу. Межклеточное вещество настолько мало развито, что его трудно обнаружить. Через сплошной слой клеток нелегко проникнуть внутрь организма микробам, пылинкам, вредным веществам. Часто эпителиальная ткань образуется многими слоями клеток *(3)*. Такая ткань надежно защищает расположенные под нею органы. Эпителиальные клетки, подвергаясь вредным внешним воздействиям, погибают в больших количествах. В связи с этим они обладают способностью к быстрому размножению: отмершие клетки заменяются новыми. Так, поверхностные клетки кожи постоянно отмирают и слущиваются. Их заменяют новые, образующиеся при размножении клеток более глубокого слоя кожи.

Эпителиальные ткани, образующие железы *(4)*, выделяют различные жидкости: слюнные железы — слюну, потовые — пот, слезные — слезную жидкость.

Соединительные ткани. В соединительных тканях (рис. 14, *5—8*) клетки обычно не прилегают друг к другу. Между ними находится межклеточное вещество. В рыхлой соединительной ткани оно представлено волокнами. Между ними разбросаны отдельные клетки Такая ткань находится, например, под эпителиальным слоем кожи и придает ей растяжимость, упругость.

Оболочки мышц, а также сухожилия *(5)*, хрящи *(6)* и кости *(7)* образованы различными видами соединительной ткани. Костная ткань имеет очень твердое и прочное межклеточное вещество. В клетках жировой соединительной ткани *(8)* находятся запасы жира. Такая ткань расположена, например, под кожей.

■ *Ткань. Межклеточное вещество.*

? 1. Какие группы тканей вам известны? 2. Каковы особенности строения эпителиальных тканей? 3. Что вы знаете о функциях, выполняемых эпителиальными тканями в организме? 4. Каковы особенности строения соединительных тканей? 5. Что вам известно о функциях соединительных тканей в организме?

5. МЫШЕЧНЫЕ И НЕРВНАЯ ТКАНИ

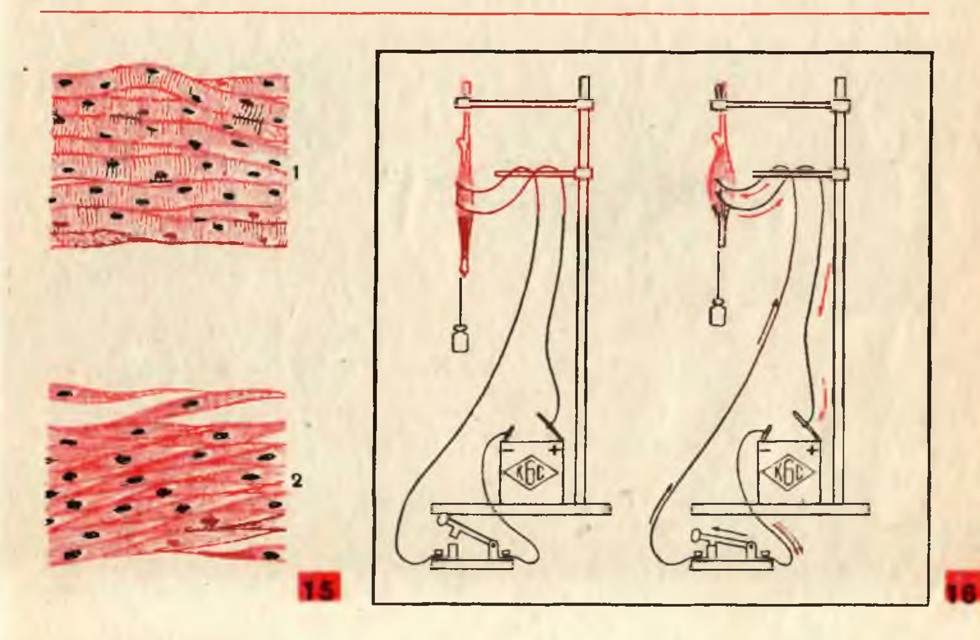
Мышечные ткани. Мышечные ткани (рис. **15**) состоят из мышечных волокон. Волокна скелетных мышц *(1)* примерно в пять раз тоньше волоса. Поэтому их можно увидеть только под микроскопом. Но в длину они достигают 10—12 см.

Волокно скелетной мышцы состоит из цитоплазмы со многими удлиненными ядрами. Внутри цитоплазмы тянутся тончайшие нити. Они способны сокращаться, т. е. укорачиваться и утолщаться. Под микроскопом волокна этой ткани выглядят исчерченными поперек. Вот почему ткань, образующая скелетные мышцы, получила название *поперечнополосатой мышечной ткани.*

Клетки, образующие ткань мышц внутренних органов, например желудка, кишечника, имеют другое строение *(2)*. Их длина всего около 0,1 мм. В цитоплазме такой клетки находится одно ядро и сократимые нити. Волокна мышц внутренних органов не имеют поперечной исчерченности. Вот почему эта ткань получила название *гладкой мышечной ткани.* Исключение из общего правила составляет сердечная мышца. Она образована поперечнополосатой тканью особого строения.

Все мышечные ткани имеют общие свойства. Нити, расположенные в цитоплазме мышечных волокон, укорачиваясь и утолщаясь, вызывают их сокращение. При этом сокращается и вся мышца.

Со свойствами мышечной ткани можно познакомиться на опыте. Если на мышцу, вырезанную из тела только что умерщвленной лягушки, действует какое-либо раздражение — механическое (щипок пинцетом или укол), химическое (нанесение капельки кислоты), температурное (прикосновение горячего предмета), электрическое (действие тока), то в мышце возникает сложная биологическая реакция, называемая *возбуждением.* Проявление процесса возбуждения в мышечной ткани —

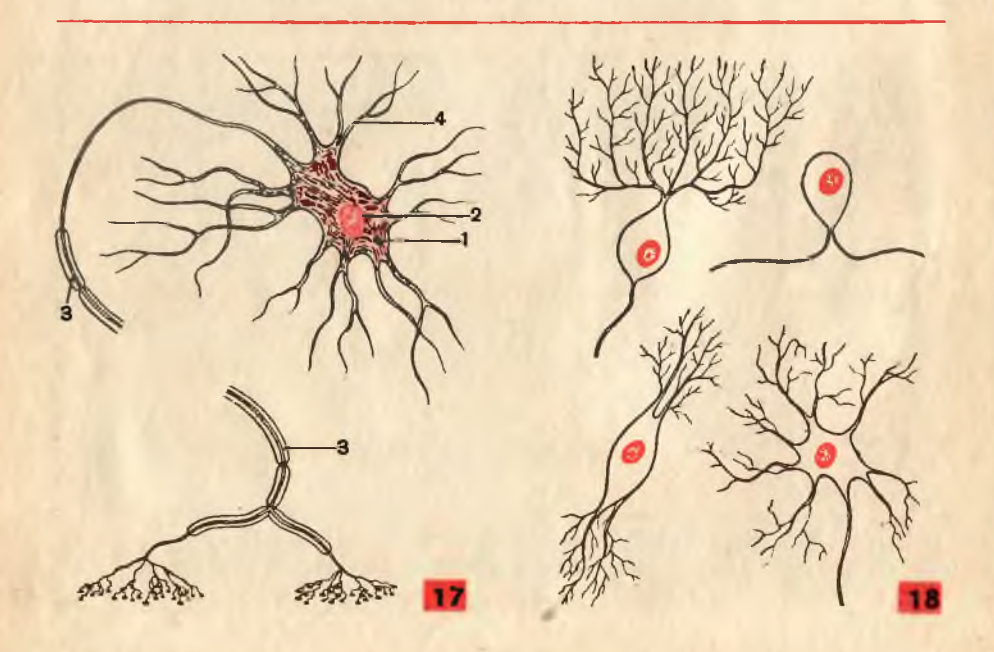


ее *сокращение* (рис. **16**). После прекращения действия раздражений мышца расслабляется — ее длина становится прежней.

Основные свойства мышечной ткани — это возбудимость и сократимость.

Нервная ткань. Клетки, образующие нервную ткань, называются *нейронами.* С их строением можно познакомиться при рассматривании под микроскопом тонкого среза головного или спинного мозга. Нейрон (рис. **17**) состоит из *тела (1)* и цитоплазматических *отростков.* В цитоплазме тела нейрона находится ядро *(2)* с ядрышком. Один из отростков нейрона *(3)* обычно длиннее остальных. На самом конце он разветвляется. Такие отростки при микроскопической толщине часто достигают значительной длины — до 1 м. Кроме того, от тела нейрона отходит один или несколько коротких, сильно ветвящихся отростков *(4).* Нейроны очень разнообразны по форме и количеству отростков (рис. **18**).

Тела нейронов расположены главным образом в спинном и головном мозге, т. е. в центральной нервной системе. Их скопления образуют так называемое *серое вещество* головного и спинного мозга (рис. **19**, *1*). Вне центральной нервной системы также встречаются небольшие скопления тел нейронов, называемые *нервными узлами.* Длинные отростки одних нейронов остаются в самой центральной нервной системе. Они образуют *белое вещество* головного и спинного мозга *(2).* Длинные отростки других нейронов собираются в пучки — нервы, которые выходят из центральной нервной системы *(3).* По мере удаления от нее крупные нервы постепенно развет-



17 **18**

вляются на все более тонкие, которые пронизывают все органы (см. рис. 7 на с. 10).

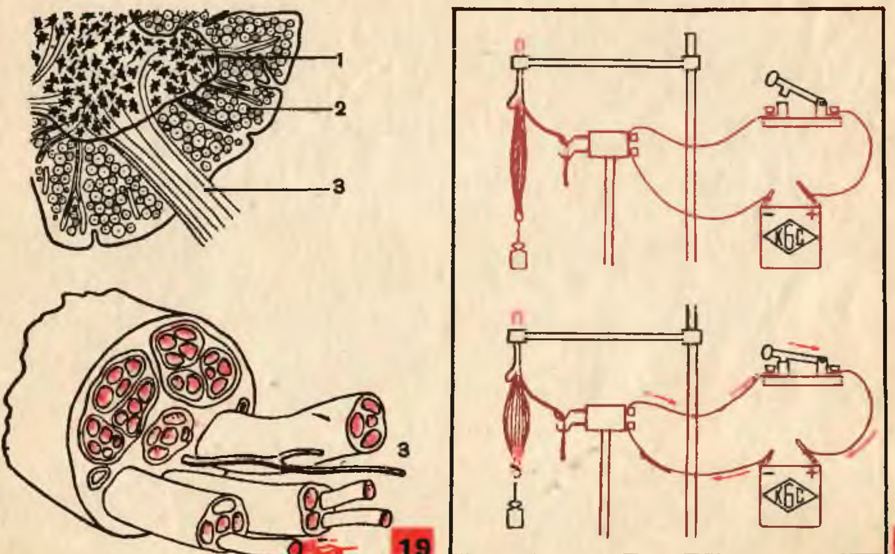
Каковы же свойства нервной ткани? Познакомиться с ними нетрудно на опыте. Из тела умерщвленной лягушки вырезают мышцу вместе с подходящим к ней нервом. Если раздражать электрическим током нерв, то в нем возникает *возбуждение*, которое *проводится* к мышце и вызывает ее сокращение (рис. 20).

Значит, основные свойства нервной ткани — это возбудимость и проводимость.

■ *Серое вещество. Белое вещество. Раздражение. Возбуждение.*

? 1. Каково строение ткани скелетных мышц? 2. Чем отличается по строению ткань мышц внутренних органов от ткани скелетных мышц? 3. Какое значение для организма имеют мышцы? 4. Какие функции выполняют мышцы в организме? 5. Каковы основные свойства мышечных тканей? 6. Какое строение имеет нейрон? 7. Чем образованы нервы? 8. Какими основными свойствами обладает нервная ткань? 9. На каких опытах можно выяснить свойства мышечных и нервной тканей?

▲ 1. На сыром мясе найдите оболочку, одевающую мышцу, и сухожилия, которыми она была прикреплена к костям. Какой тканью образованы эта оболочка и сухожилия? 2. Отрежьте маленький кусочек вареного мяса вдоль волокон. Разделите его при помощи двух иголок на пучки. Положите один такой пучок на блюдце и расщипайте его иглами на возможно более тонкие пучочки.



6. РЕФЛЕКС И РЕФЛЕКТОРНАЯ ДУГА. ТОРМОЖЕНИЕ

Рефлекс. Как вы помните из курса зоологии, животные совершают разнообразные действия, позволяющие им добывать пищу, уклоняться от опасности, выводить и оберегать потомство. Вам известно также, что такие действия — это проявление более или менее сложных рефлексов.

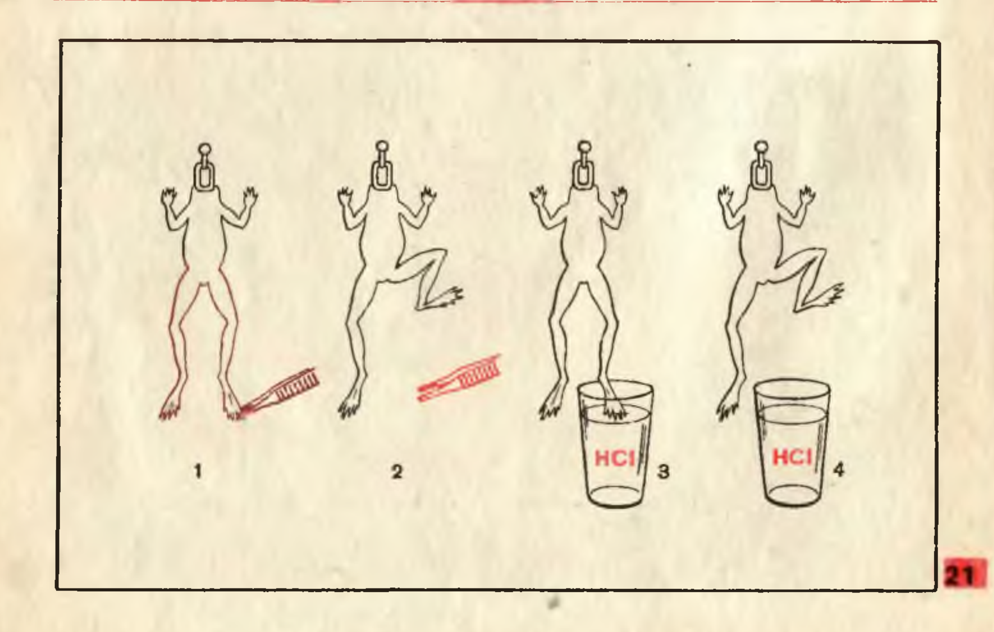
Все рефлексы осуществляются благодаря деятельности центральной нервной системы — головного и спинного мозга.

Нетрудно пронаблюдать некоторые рефлексы на лягушке, у которой удален головной мозг. Так как у нее функционирует только спинной мозг, то она сохраняет лишь некоторые очень простые рефлексы, которые легко наблюдать (рис. 21).

Если ущипнуть пинцетом пальцы задней конечности такой лягушки *(1)*, то определенные мышцы этой конечности сокращаются и стопа несколько приподнимается *(2)*. Так же отвечает лягушка и на погружение пальцев стопы в слабый раствор кислоты *(3, 4)*, на раздражение их нагретым металлом, электрическим током.

Такие ответные реакции организма на различные раздражения и являются *рефлексами*. После разрушения спинного мозга рефлексы у лягушки исчезают. Она перестает отвечать на раздражения. Значит, рефлексы могут осуществляться только при участии центральной нервной системы.

Чтобы понять, как совершается рефлекс, проследим, какой путь проходит возбуждение от места, которое подвергается раздражению, до органа, осуществляющего ответную реакцию.



21

В коже расположены *рецепторы* — окончания длинных отростков нейронов, называемых *центростремительными* (рис. 12). Рецепторы воспринимают раздражения.

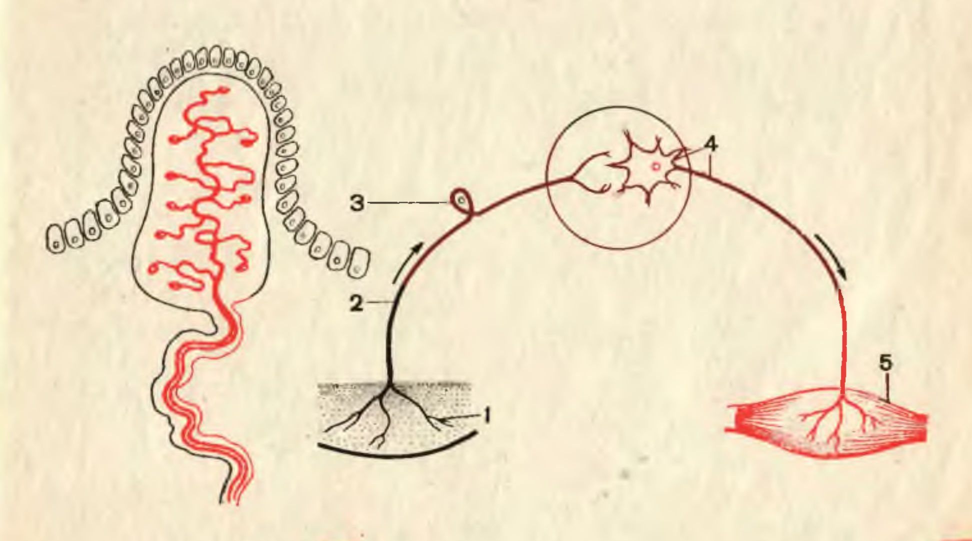
При действии механических, химических, электрических и других раздражителей в рецепторах возникает возбуждение (рис. 13, *1*). В организме оно проводится по отросткам центростремительных нейронов *(2)* к их телам *(3)*. В центральной нервной системе возбуждение передается на нейроны другого рода, которые называются *центробежными (4)*. По ним оно проводится от центральной нервной системы к органам *(5)*.

Нервы, отходящие от спинного мозга, состоят из отростков как центростремительных, так и центробежных нейронов. Такие нервы называются *смешанными*.

По смешанному спинномозговому нерву возбуждение проводится в двух направлениях: по одним отросткам — к спинному мозгу, а по другим — от него.

Как же осуществляются рефлексы? При раздражении, например, кожи в ее рецепторах возникает возбуждение. Оно проводится по центростремительным нейронам. В спинном мозге осуществляется передача возбуждения с центростремительных нейронов на центробежные, и оно попадает по их длинным отросткам в мышцу, которая отвечает — реагирует — на раздражение кожи сокращением.

Установлено, что, когда рефлекторная реакция совершается, сигнал об этом передается в центральную нервную систему, которая таким образом контролирует, насколько реакция эффективна.



22

23

Теперь нетрудно дать краткое определение рефлекса.

Рефлекс — это ответная реакция организма на раздражение, которая осуществляется через центральную нервную систему и контролируется ею.

У животных и человека с нормально функционирующей нервной системой в спинномозговых рефлексах обычно участвует и головной мозг.

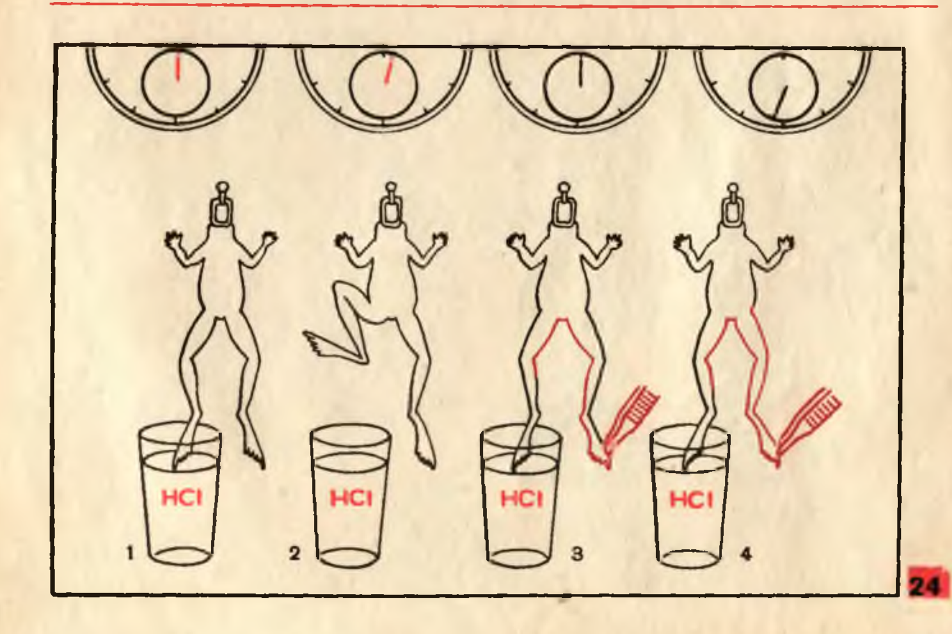
Путь, по которому проводится возбуждение при рефлексе, называется *рефлекторной дугой.*

Рефлекторную дугу составляют рецептор, центростремительный нейрон, участок центральной нервной системы, центробежный нейрон и орган, реагирующий на раздражение (рис. 23).

Рефлексы человека разнообразны. Некоторые из них очень просты. Таково отдергивание руки в ответ на укол или ожог кожи, обильное выделение слезы под действием веществ, раздражающих глаза, чихание при попадании посторонних частиц в носовую полость.

Изучая последующие темы, вы познакомитесь с рядом других рефлексов человека, многие из которых отличаются большой сложностью.

Торможение. Проделаем еще одно наблюдение над лягушкой, лишенной головного мозга (рис. 24). Прежде чем приступить к опыту, определим по часам с секундной стрелкой *время рефлекса*, т. е. промежуток времени между раздражением пальцев кислотой *(1)* и ответной реакцией *(2).* Время это окажется равным нескольким секундам. Теперь сильно зажмем пинцетом



24

пальцы одной из задних конечностей, а пальцы второй погрузим в кислоту *(3)*. С этого момента начнем отсчитывать время рефлекса на раздражение пальцев кислотой. Тогда мы обнаружим, что ответная реакция сильно запаздывает или совсем не наступает *(4)*. Это и есть *торможение* спинномозгового рефлекса. Торможение спинномозгового рефлекса наступает, например, тогда, когда в спинном мозге возникает сильное возбуждение, не связанное с этим рефлексом. Участки нервной системы, охваченные торможением, прекращают проведение возбуждений.

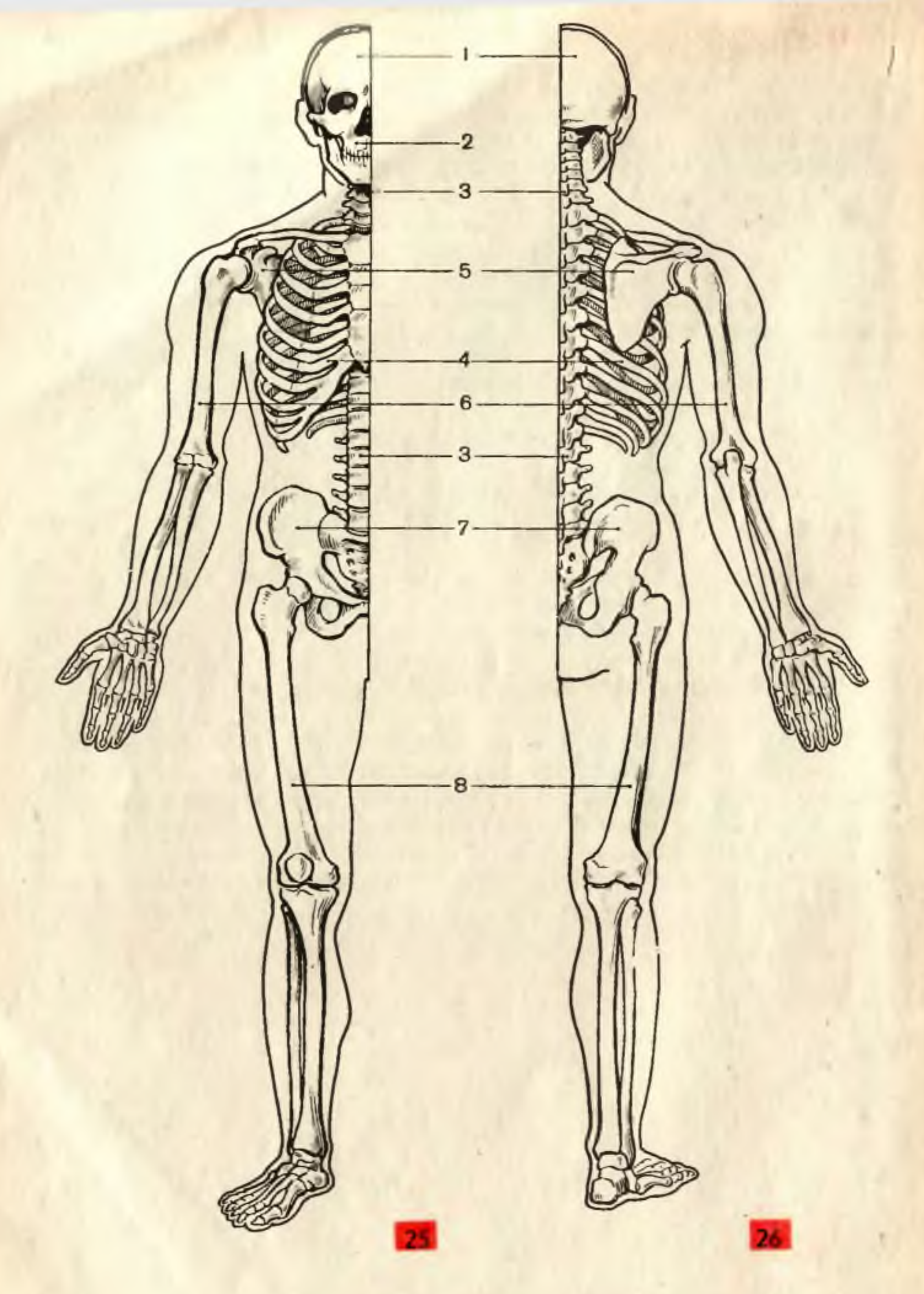
Возбуждение и торможение — это два противоположных нервных процесса, взаимодействие которых обеспечивает слаженную деятельность нервной системы, согласованную работу органов нашего тела.

■ *Рецептор. Центростремительный нейрон. Центробежный нейрон. Рефлекс. Рефлекторная дуга. Торможение.*

? 1. Какие вы знаете рефлексы, наблюдающиеся у лягушки, лишенной головного мозга? 2. Как вызвать торможение спинномозгового рефлекса? 3. Какие два процесса характеризуют деятельность нервной системы?

! Почему, прикоснувшись к горячему предмету, мы отдергиваем руку?

▲ 1. Пронаблюдайте за изменением величины зрачка. Эту работу надо проводить вдвоем. Один закрывает глаза и загораживает их от света рукой. Через 2—3 мин он открывает глаза и смотрит на свет. Пронаблюдайте, как будет изменяться при этом величина зрачков испытуемого. Сообразите, какое значение имеет зрачковый рефлекс. 2. Подберите другие примеры рефлексов у человека. 3. С какими рефлексами животных вы познакомились на уроках зоологии?



Скелет человека спереди и сзади:
1 — черепная коробка; *2* — лицевой скелет; *3* — позвоночник; *4* — грудная клетка; *5* — пояс верхних конечностей; *6* — верхняя конечность; *7* — таз; *8* — нижняя конечность.

II. ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

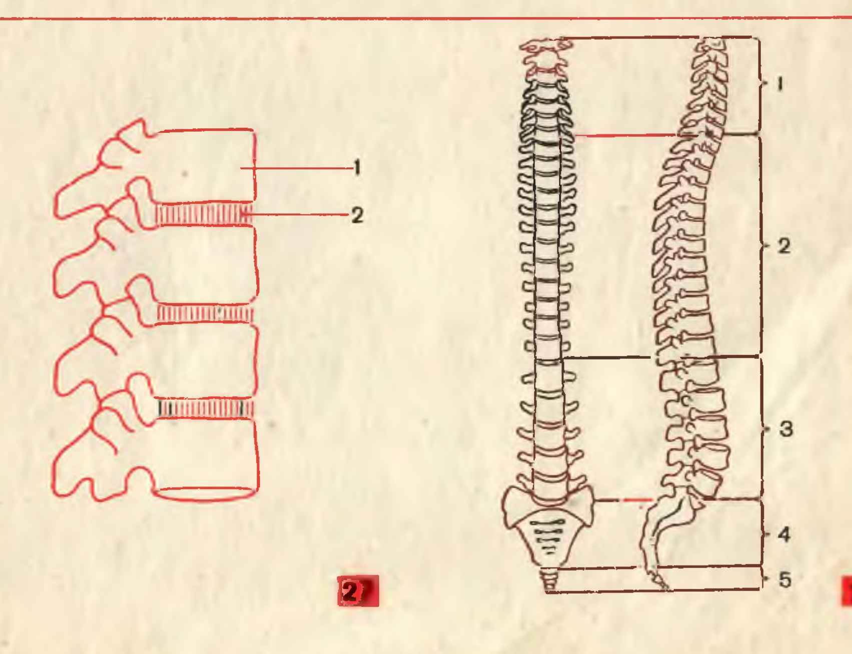
7. ЗНАЧЕНИЕ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ. СТРОЕНИЕ СКЕЛЕТА

Функции опорно-двигательной системы. Скелет и мышцы образуют опору нашего тела и являются органами движения.

Наряду с этим скелет (рис. 28, 29) и мышцы (см. рис. 49 на с. 43) выполняют защитную функцию. Нормальная деятельность жизненно важных органов даже при незначительных повреждениях может нарушиться. Но органы, расположенные в грудной полости, например сердце, легкие, защищены грудной клеткой *(4)* и мышцами, которые прикрепляются к ее костям, а внутренние органы брюшной полости (желудок, кишечник, почки и другие) — нижним отделом позвоночника *(3)*, костями таза *(7)* и мышцами живота (см. рис. 49, *9* на с.43). Головной мозг лежит в мозговом черепе, а спинной — в позвоночном канале, проходящем внутри позвоночника.

Скелет туловища. *Позвоночник* — это основа скелета человека. Он образован 33—34 короткими костями — *позвонками* (рис. 27, *1*), которые расположены друг над другом. Между ними находятся прослойки из упругой хрящевой ткани *(2)*. Благодаря этому позвоночник обладает гибкостью.

У человека различают 7 *шейных* (рис. 28, *1*), 12 *грудных (2)*, 5 *поясничных (3)*, 5 сросшихся между собой *крестцо-*



27

28

вых позвонков *(4)*, которые образуют одну массивную кость — *крестец*, и 4—5 *копчиковых* позвонков (5), соответствующих хвостовым позвонкам млекопитающих животных.

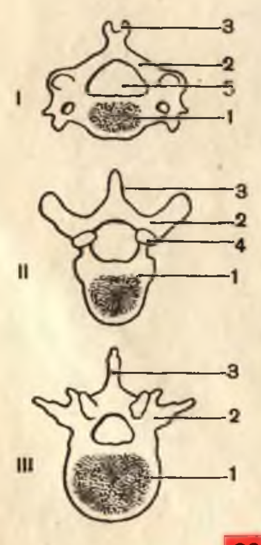
Каждый позвонок (рис. [illegible]) состоит из тела *(1)*, дуги *(2)* и нескольких отростков, самый длинный из которых обращен назад *(3)*. Между телом и дугой находится отверстие. Такие отверстия в позвонках все вместе образуют *позвоночный канал (5)*. Он надежно защищает находящийся в нем спинной мозг.

На рисунке 29 рассмотрите шейный *(I)*, грудной *(II)* и поясничный *(III)* позвонки. Посмотрите, как изменяется величина, а значит, и массивность тел позвонков от шейного к поясничному отделу. Объясните, с чем связано это изменение. Найдите на телах грудных позвонков ямки *(4)*, куда входят головки ребер.

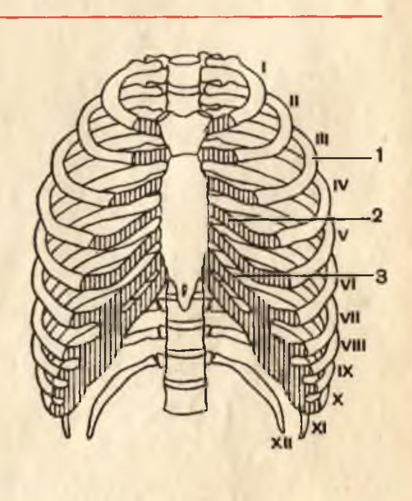
Грудная клетка (рис. [illegible]) образована многими костями. С каждым грудным позвонком сочленена одна из 12 пар *ребер* — плоских, дугообразно изогнутых костей *(1)*. Поворачиваясь в ямках, находящихся на телах грудных позвонков, ребра могут изменять свое положение, несколько приподниматься и опускаться.

Передние концы 10 верхних пар ребер соединяются с плоской *грудиной (2)* при помощи гибких упругих хрящей *(3)*. Две нижние пары ребер короче остальных и не соединяются с грудиной.

Грудные позвонки, ребра и грудина образуют грудную клетку. Вместе с мышцами, расположенными между ребрами, она ограничивает грудную полость сверху, спереди, с боков и сзади. Сни-



29



[illegible]

зу грудная полость отделена от брюшной диафрагмой (см. рис. 2, *1* на с. 7).

Пояса конечностей и конечности. На рисунке 31 рассмотрите *пояс верхних конечностей*, образованный парой плоских треугольных *лопаток (1)*, лежащих на задней поверхности грудной клетки, и парой сочлененных с ними *ключиц (2)*, которые соединены с грудиной.

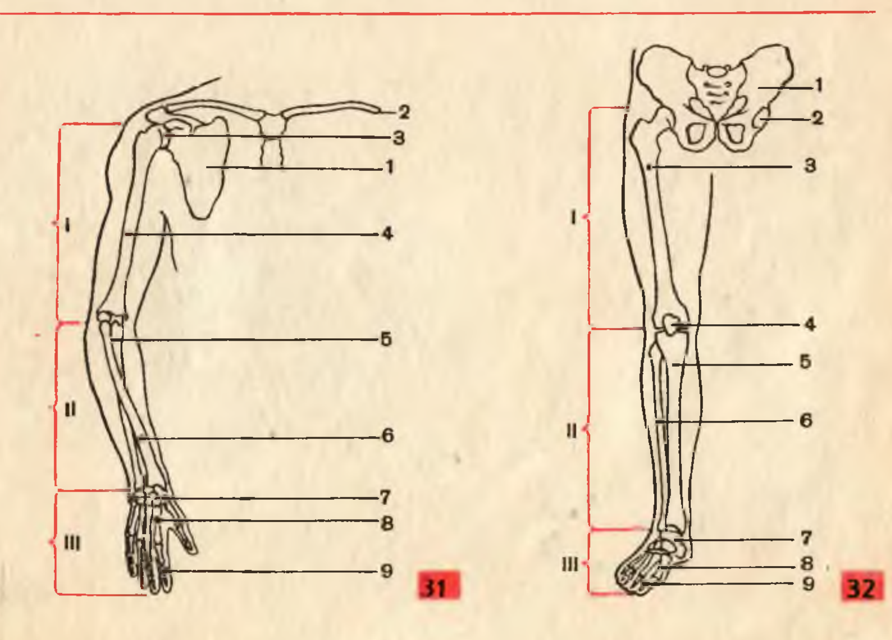
На внешнем углу каждой лопатки найдите полушаровидную ямку *(3)*. В нее входит шарообразная головка первой кости верхней конечности — плечевой кости *(4)*.

Скелет верхних конечностей состоит из трех отделов: *плеча (I)*, *предплечья (II)* и *кисти (III)*.

Плечо образовано одной длинной костью — плечевой *(4)*. Оно сочленяется с предплечьем, которое состоит из двух костей, находящихся рядом, — локтевой *(5)* и лучевой *(6)*. С предплечьем соединяется кисть. В ее скелете различают два ряда коротких мелких костей запястья *(7)*, пять длинных костей пясти *(8)*, образующих опору ладони, и кости пальцев *(9)*.

Пояс нижних конечностей (рис. 32) образован двумя массивными плоскими тазовыми костями *(1)*. Они сзади прочно сращены с крестцом. Спереди тазовые кости подходят одна к другой. На каждой из них находится шаровидная впадина *(2)*, куда входит головка бедренной кости *(3)*.

Скелет нижней конечности состоит из *бедра (I)*, *голени (II)* и *стопы (III)*. Бедро образовано бедренной костью *(3)*, голень — большой *(5)* и малой *(6)* берцовыми костями, стопа — короткими костями предплюсны *(7)*, в которую входит массив-



31

32

ная пяточная кость, пятью длинными костями плюсны *(8)* и костями пальцев *(9)*.

В месте соединения бедра и голени находится небольшой плоский надколенник *(4)*.

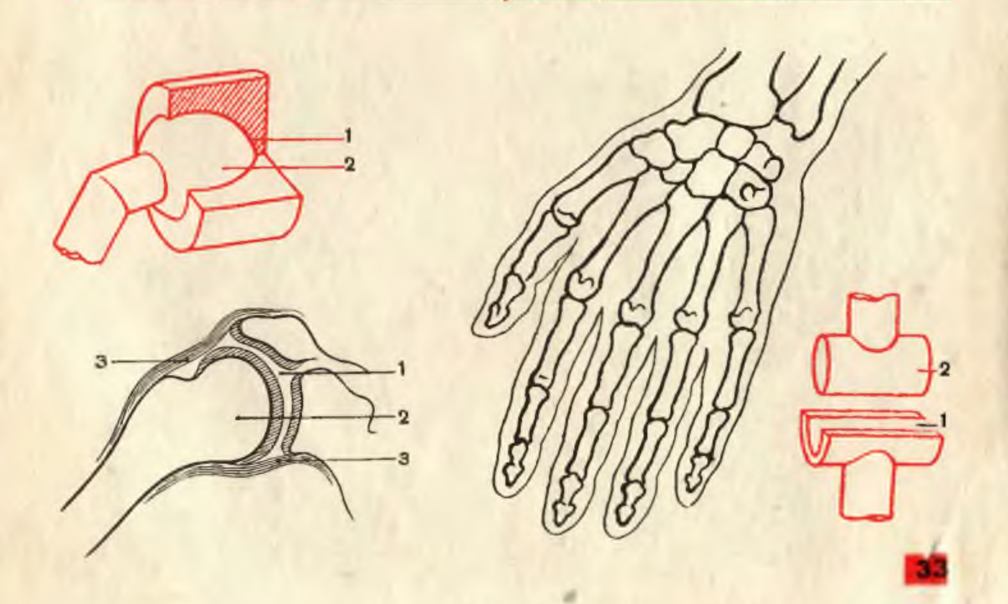
Конечности обеспечивают активные движения человека, его передвижение в пространстве. В связи с этим кости конечностей соединены *подвижно*. Такие соединения костей называются *суставами*.

На одной из костей, сочленяющихся в суставе (рис. 33), обычно находится ямка — суставная впадина *(1)*. В нее входит соответствующая ей по форме головка *(2)* другой из сочленяющихся костей. Впадина и головка покрыты слоем блестящего, словно отполированного хряща. Это обеспечивает скольжение головки во впадине при движениях в суставе.

Кости, образующие сустав, соединяются очень прочными связками. На костях близ места их сочленения берет начало чехол, одевающий сустав, — *суставная сумка (3)*. В ней находится суставная жидкость. Уменьшая трение в суставе при совершающихся в нем движениях, суставная жидкость способствует скольжению головки кости в суставной впадине.

Скелет головы. Костная основа головы образована мозговым и лицевым отделами черепа.

Мозговой отдел черепа состоит из прочно и неподвижно соединенных между собой костей. По рисункам [illegible] и [illegible] найдите лобную *(1)*, парные теменные *(2)*, парные височные *(3)* и затылочную *(4)* кости. Рассмотрите на височной кости отверстие наружного слухового прохода *(5)*.



33

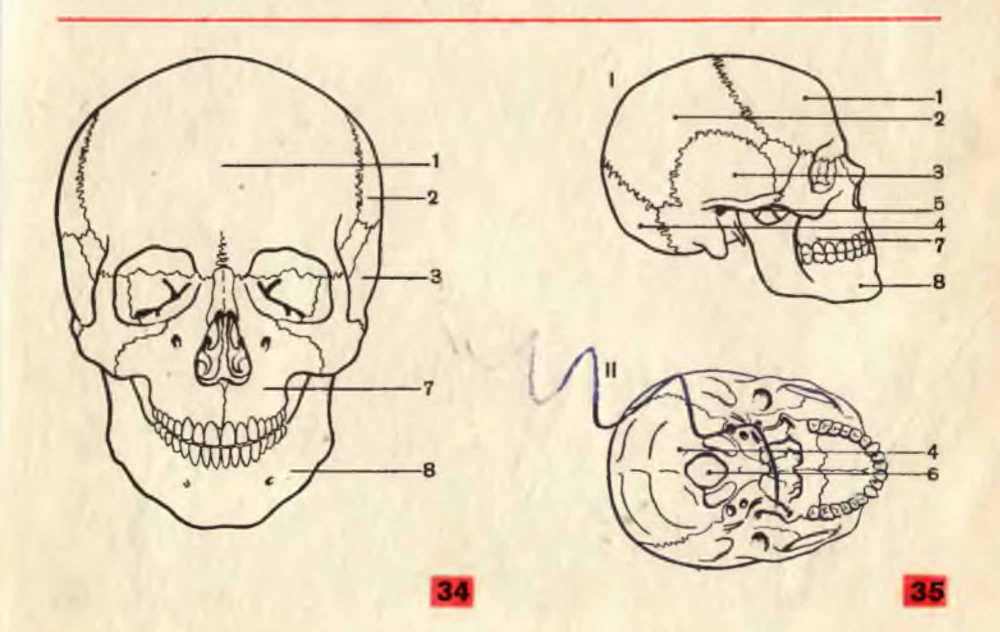
Пользуясь рисунком 35, *II*, найдите на нижней поверхности затылочной кости большое затылочное отверстие *(6)*, через которое полость черепа соединяется с позвоночным каналом. Остальная часть основания черепа образована костями, пронизанными мелкими отверстиями. Через них проходят нервы, выходящие из головного мозга, и кровеносные сосуды, снабжающие его кровью.

Лицевой отдел черепа состоит из 5 костей. Самые крупные из них — это челюстные кости. На рисунках 34 и 35, *I* найдите верхнечелюстную кость *(7)*, соединенную неподвижно с соседними костями черепа. Нижнечелюстная кость *(8)* — это единственная подвижная кость черепа. Ее головки входят в нижнечелюстные ямки на височных костях.

На обеих челюстях расположены ячейки, где находятся корни зубов.

Сходство и различия между скелетами человека и млекопитающих животных. Скелеты человека и млекопитающих животных состоят из одних и тех же отделов, образованных сходно расположенными костями. Однако скелет человека имеет ряд особенностей, которые резко отличают его от скелетов млекопитающих животных. *Особенности скелета человека связаны с прямохождением и трудовой деятельностью.*

Вертикальное положение тела, опирающегося только на нижние конечности, освободило руки от функции ходьбы. Позвоночник взрослых людей образует четыре плавных изгиба. Они способствуют сохранению человеком равновесия. Во время



быстрых резких движений изгибы пружинят и смягчают толчки, испытываемые телом. У млекопитающих животных, которые опираются на четыре конечности, позвоночник таких изгибов не имеет (рис. 36).

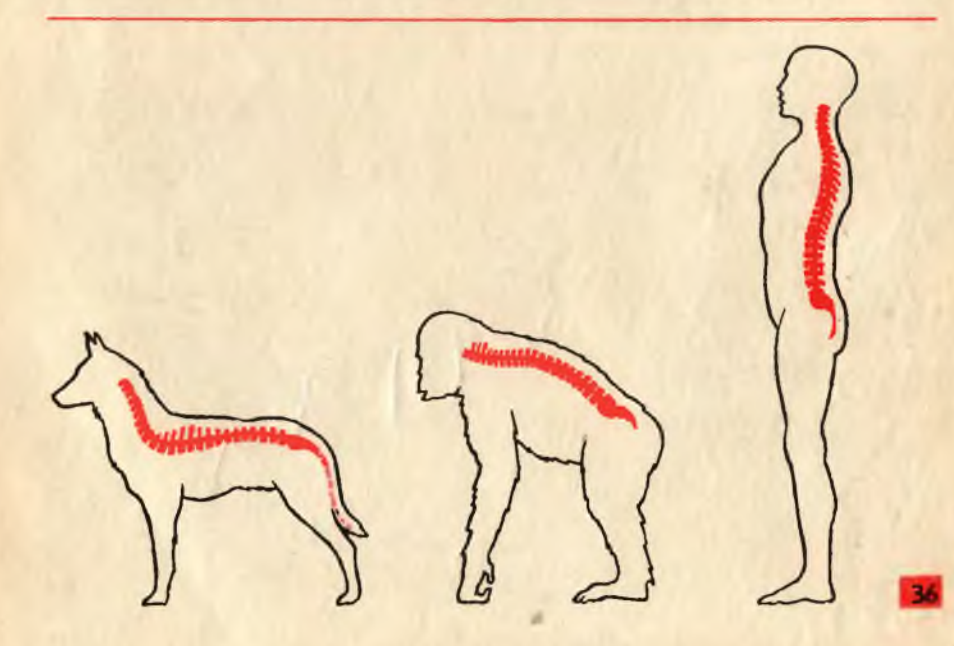
Грудная клетка человека в связи с прямохождением расширена в стороны. У млекопитающих животных она сжата с боков.

Одна из самых характерных черт скелета человека — это строение руки, ставшей органом труда. Пальцы соединены с пястью очень подвижно. Самый подвижный, большой палец, хорошо развитый у человека, может располагаться напротив всех остальных, что очень важно при различных видах труда. При помощи рук мы можем производить разнообразную работу — от колки дров, требующей сильных размашистых движений, до сборки маленьких ручных часов, которая связана с чрезвычайно тонкими и точными манипуляциями.

В связи с вертикальным положением тела человека пояс его нижних конечностей очень широк и имеет вид чаши. Он поддерживает внутренние органы брюшной полости. У млекопитающих животных таз значительно у́же, чем у человека.

Массивные кости нижних конечностей человека гораздо толще и прочнее костей рук. Это и понятно: ноги несут на себе всю тяжесть тела. Сводчатая стопа человека (рис. 37) при ходьбе, беге, прыжках пружинит, смягчая толчки.

В скелете головы человека мозговой отдел черепа преобладает над лицевым (рис. 38). Это связано с большим развитием головного мозга. У животных лицевой отдел черепа развит значительно сильнее, чем мозговой; головной мозг у них имеет



36

относительно меньший объем, чем у человека, а сильно развитые челюсти являются органами добывания пищи, нападения, защиты.

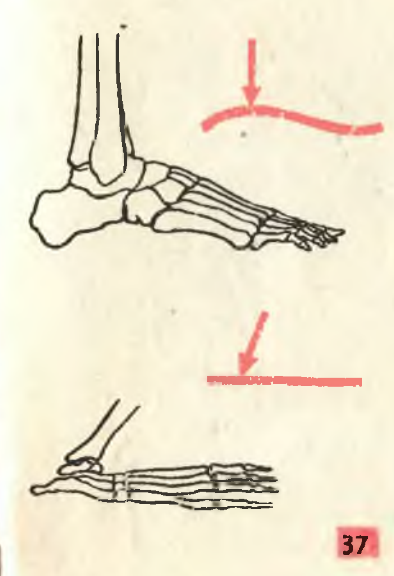
■ *Сустав.*

? 1. Какое значение имеет опорно-двигательная система? 2. Из каких основных отделов состоит скелет человека? 3. Каково значение и строение позвоночника? 4. Какое значение и строение имеет грудная клетка? 5. Каково строение пояса верхних конечностей? 6. Из каких отделов и костей состоит скелет верхней конечности? 7. Какое строение имеет пояс нижних конечностей? 8. Из каких отделов и костей состоит скелет нижней конечности? 9. Каково строение и значение мозгового отдела черепа? 10. Каково строение лицевого отдела черепа? 11. Какие особенности строения скелета отличают человека от млекопитающих животных?

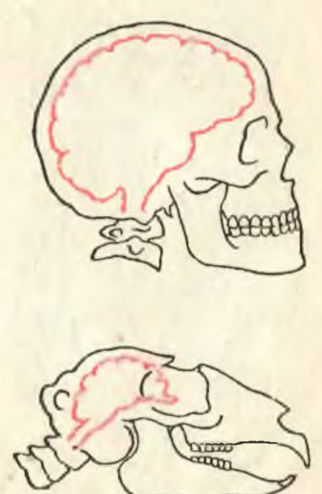
! 1. Какое значение для человека имеют сращение крестцовых позвонков и массивность костей таза? 2. Каково значение гибкости позвоночника? 3. Какое значение для человека имеет подвижность сочленения нижней челюсти с височными костями?

▲ Для сравнения строения верхних и нижних конечностей человека перечертите в свою тетрадь табличку и впишите в пустые графы нижнего ряда названия соответствующих отделов и костей ноги.

Конечности										
	Верхняя конечность	Плечо	Предплечье	Кисть	Плечевая кость	Локтевая кость	Лучевая кость	Запястье	Пясть	Кости пальцев
	Нижняя конечность									



37



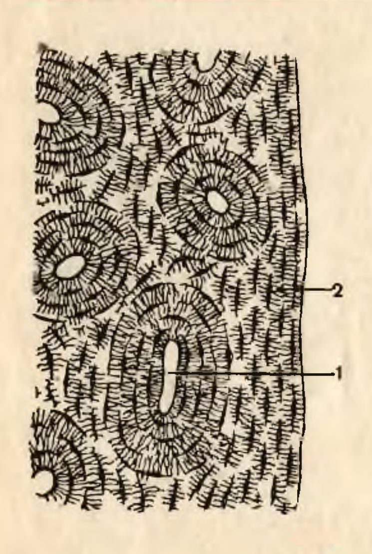
38

СТРОЕНИЕ И РОСТ КОСТЕЙ

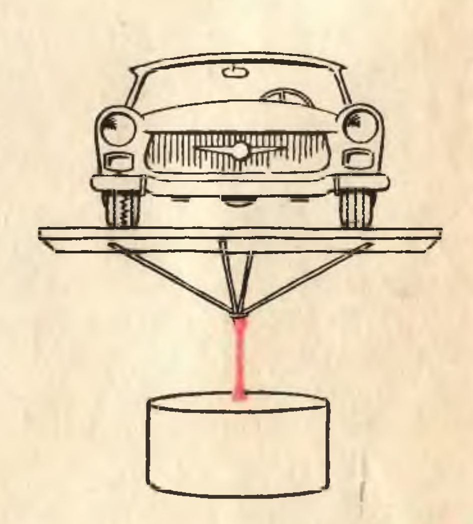
Микроскопическое строение костной ткани. Костная ткань принадлежит к числу соединительных тканей. Чтобы познакомиться с ее строением, от длинной кости отщепляют очень тонкую пластинку, которую затем шлифуют. При этом пластинка так утончается, что становится прозрачной. Рассматривая ее под микроскопом, можно увидеть канальцы (рис. **39**, *1*). Они пронизывают кость в длину. Через них по кости проходят мелкие кровеносные сосуды, снабжающие ее ткань кровью. Вокруг канальцев располагаются концентрическими кругами костные пластинки. Это — межклеточное вещество костной ткани. Между пластинками межклеточного вещества расположены костные клетки. Каждая клетка лежит в маленькой полости *(2)*.

Состав костной ткани. Кости отличаются большой прочностью. Большая берцовая кость человека, находящаяся в вертикальном положении, может выдержать груз в 1500 кг (рис. **40**).

Большая прочность костей зависит от их состава. Они образованы как органическими, так и неорганическими соединениями. Значение этих веществ легко выяснить, проделав простой опыт. Если долго прокаливать кость, то из нее удаляется вода, а органические соединения сгорают. Когда это делают осторожно, кость не теряет своей формы, но становится настолько хрупкой, что при прикосновении сразу рассыпается на мелкие, но очень твердые частицы, состоящие из неорганических веществ.



39



40

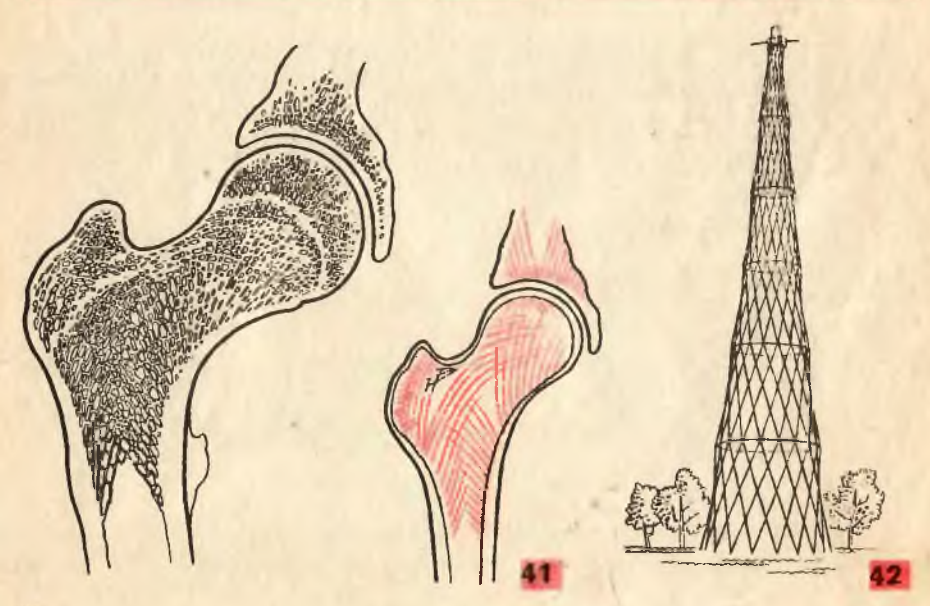
Нетрудно удалить из кости неорганические соединения — минеральные соли. Среди них назовем карбонат и фосфат кальция. Для этого кость выдерживают в течение суток в 10-процентном растворе HCl. Неорганические соединения постепенно растворяются, и кость становится настолько гибкой и растяжимой, что ее можно свернуть спиралью. Но стоит отпустить концы этой спирали, как она раскручивается и возвращается в прежнее положение. Органические соединения придают кости гибкость и упругость.

Сочетание твердости неорганических соединений с упругостью органических обеспечивает большую прочность костей. Наиболее прочны кости взрослого, но не старого человека.

Строение костей. Прочность костей обусловлена не только их составом, но и строением.

Длинные кости, например кости плеча, предплечья, бедра, голени, в средней части полые. Это трубчатые кости. На их концах находятся утолщенные головки, в которых нет полости. Трубчатое строение длинных костей обеспечивает одновременно их прочность и легкость. Ведь известно, что металлическая или пластмассовая трубка почти так же прочна, как сплошной стержень из того же материала, равный ей по длине и диаметру. Поэтому в технике прочные и легкие сооружения часто изготовляют из труб. В полостях трубчатых костей находится соединительная ткань, богатая жиром, — *желтый костный мозг.*

Головки трубчатых костей образованы губчатым веществом (рис. 41), которое состоит из множества перекрещивающихся



41

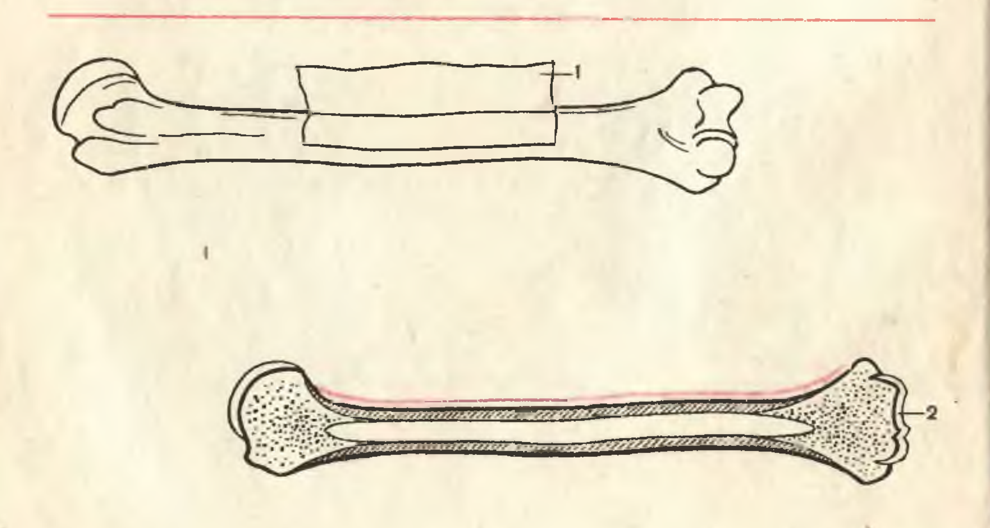
42

костных пластинок. Они расположены в тех направлениях, по которым кости испытывают наибольшее растяжение или сжатие. Такое строение обеспечивает прочность и легкость костей. Многие легкие и прочные конструкции, например мосты, радиомачты, строят из перекрещивающихся металлических балок (рис. 42).

Короткие кости, например косточки запястья и предплюсны, позвонки, также образованы в основном губчатым веществом. Такое же строение имеют *плоские кости*, например лопатки, ребра, кости крыши черепа и таза. Пространства между костными пластинками заполнены *красным костным мозгом*, который образован соединительной тканью.

Поверхность костей покрыта *надкостницей* (рис. 43, *1*). Это тонкий, но плотный слой соединительной ткани, сросшийся с костью. В надкостнице проходят кровеносные сосуды и нервы. Головки длинных костей, покрытые хрящом *(2)*, не имеют слоя надкостницы.

Рост костей. Во время зародышевого развития человека постепенно формируется скелет. Вначале он состоит из рыхлой соединительной ткани, которая затем заменяется хрящом. У новорожденного бóльшая часть хрящевой ткани уже заменена костной, но эта замена завершается лишь к 22—25 годам. При окостенении скелета в некоторых костях рыхлая соединительная ткань непосредственно заменяется костной, минуя стадию хряща. В детстве и юности кости людей растут в длину и толщину. У взрослых происходит постоянное обновление костного вещества.



43

Для изучения роста и обновления костного вещества проводились опыты на животных.

В пищу теленка добавляли специальную неядовитую краску. В кормлении такой пищей делали перерывы: десять дней давали пищу с краской, следующие десять дней без нее, и так несколько раз. От кишечника краска переносилась кровью ко всем органам. После забоя бычка одну из его длинных трубчатых костей распилили поперек. На распиле обнаружились окрашенные и белые слои, чередующиеся в виде концентрических колец. Стало ясно, что кость выросла в толщину и во время роста она покрывалась снаружи новыми слоями. Что это действительно так, показал другой опыт. У молодой собаки разрезали кожу на бедре и обвязали бедренную кость проволочкой. Прошли годы. После смерти животного его вскрыли. На поверхности бедренной кости проволочного кольца не было. Его нашли во внутренней полости кости.

Чем же объясняется рост кости в толщину? *Клетки внутренней поверхности надкостницы быстро делятся и откладывают на поверхности кости новые слои костных клеток. Вокруг этих клеток образуется межклеточное вещество.*

У взрослых кости не удлиняются и не утолщаются. Но замена старого костного вещества новым продолжается всю жизнь. Как это происходит? Выяснено, что в костях есть особые клетки, которые разрушают старое костное вещество. Теперь понятно, как проволочное кольцо, надетое на бедренную кость собаки, попало во внутреннюю полость. Старое костное вещество изнутри разрушалось, а с поверхности образовывалось новое.

■ *Длинные кости. Короткие кости. Плоские кости. Надкостница.*

? 1. Какое строение имеет костная ткань? 2. Какие вещества входят в состав кости? 3. Какое строение имеют кости? 4. От чего зависят прочность и легкость костей скелета? 5. Благодаря чему происходит рост костей в толщину?

▲ Из двух одинаковых листков бумаги скатайте полую трубочку и сплошную палочку. Положите каждую из них горизонтально на две подставки и, подвешивая к середине их постепенно увеличивающиеся грузики, определите, какая из них прогибается при меньшей и какая при большей нагрузке. Сообразите, какую особенность строения кости вы выяснили этим опытом.

9. ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ СВЯЗОК, ВЫВИХАХ СУСТАВОВ И ПЕРЕЛОМАХ КОСТЕЙ

Первая помощь при растяжениях и вывихах. Иногда в результате неловких движений или ушибов повреждаются связки, соединяющие кости в суставе. Вокруг него появляется припухлость, иногда кровоизлияние. Через некоторое время

возникает сильная боль. Такое повреждение сустава называется *растяжением.*

Чтобы оказать пострадавшему помощь, нужно приложить к поврежденному месту холод, например смоченную водой тряпочку, а затем для облегчения боли следует плотно забинтовать сустав и сразу же отвезти больного в поликлинику.

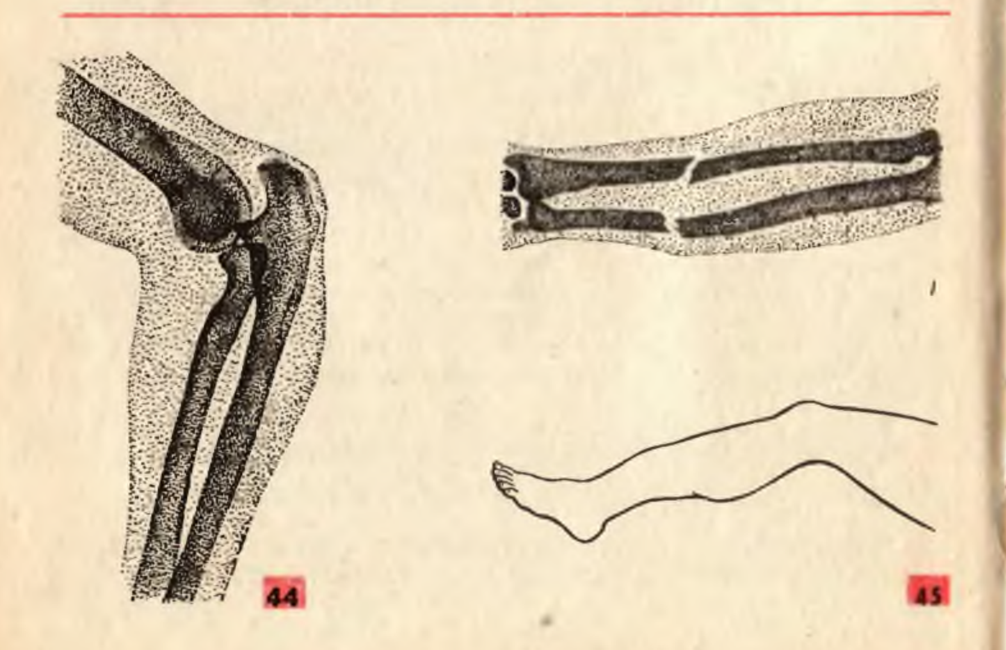
Неловкое движение в суставе может вызвать и *вывих* (рис. 44) — выход суставной головки из суставной впадины. Но попытка вправить вывих без врача может повлечь за собой еще более серьезные последствия. При вывихе оказывают такую же помощь, как при растяжении, а затем доставляют пострадавшего к врачу.

Первая помощь при переломах костей. Кости обладают большой прочностью. Но при ранениях, сильных ушибах, падениях иногда происходят их *переломы.* Это бывает тогда, когда направление действующей на кость посторонней силы не соответствует расположению костных пластинок. Чаще всего происходят переломы костей конечностей. Каждый должен уметь оказать пострадавшему помощь, прежде чем отправить его в лечебное учреждение.

Как же распознать перелом кости?

Когда пострадавший испытывает сильную боль и поврежденное место распухает, можно заподозрить перелом. Иногда происходит смещение частей сломанной кости, и конечность принимает неестественное положение (рис. 45).

При подозрении на перелом прежде всего нужно обеспечить поврежденной части тела полную неподвижность. Это делают,



44

45

чтобы облегчить боль и предупредить смещение обломков кости, которые могут повредить своими острыми краями окружающие ткани.

Сломанную конечность нужно привести в неподвижное состояние шинной повязкой. Специальные шины есть в лечебных учреждениях и аптеках. Но далеко не всегда шину можно найти на месте происшествия. Тогда ее изготовляют из деревянной дощечки, полосы плотного картона и т. п. Чтобы шина не давила на место перелома, под нее подкладывают мягкую подстилку. Шина захватывает не только поврежденный отдел, но и оба соседних (рис. 46). Так, при переломе предплечья шина должна заходить и на плечевой отдел, и на кисть. В этом случае части сломанной кости не смещаются. Шину плотно прибинтовывают к конечности широкими бинтами, полотенцем, носовыми платками и т. п.

Если для изготовления шины нельзя найти подходящего материала, сломанную руку в крайнем случае прибинтовывают к туловищу, а поврежденную ногу — к здоровой.

При открытых переломах острые концы сломанной кости разрывают мышцы, кровеносные сосуды, нервы, кожу. Тогда надо закрыть рану чистой повязкой, а уж затем накладывать шину.

Но не при всяком переломе можно наложить шину. Так, когда есть подозрение на перелом ребра, пострадавшему предлагают постараться выдохнуть из легких как можно больше воздуха и после этого дышать неглубоко. При таком положении грудной клетки ее туго забинтовывают. Стянутые в положении



46

выдоха ребра совершают очень ограниченные движения при дыхании.

Опасны переломы позвоночника. В таких случаях не нужно пытаться оказать помощь пострадавшему самим. Необходимо сразу же вызвать скорую медицинскую помощь. Если скорую помощь вызвать невозможно, пострадавшего очень осторожно укладывают вниз животом на ровную твердую поверхность, например на длинную широкую доску. Чтобы тяжесть тела не давила на позвоночник, под голову и плечи больного подкладывают матерчатый валик, а затем доставляют пострадавшего на медицинский пункт.

Запомните, при подозрении на перелом необходимо прежде всего оказать пострадавшему первую помощь, а затем сразу же отвезти его в поликлинику или больницу.

Если при переломе не будет оказана своевременная помощь, то кость срастется неправильно. Тогда человек может остаться на всю жизнь калекой.

■ *Растяжение связок. Вывих сустава. Перелом кости.*

? 1. Какую первую помощь нужно оказать при растяжении? 2. Какие меры помощи необходимо оказать при вывихе? 3. Как оказывают первую помощь при переломе конечностей? 4. Какие меры первой помощи применяют при переломе ребра? 5. Что нужно сделать, если у человека произойдет перелом позвоночника?

▲ Поупражняйтесь дома с кем-либо из вашей семьи или с товарищами в тех приемах оказания первой помощи при переломах, которые вы усвоили.

10. МЫШЦЫ И ИХ ФУНКЦИИ

Зависимость деятельности мышц от нервной системы. Если рассмотреть под микроскопом тонкий срез скелетной мышцы, то можно увидеть, что в нее входит нерв, который ветвится в ее ткани и в конце концов разделяется на отдельные отростки нейронов. Каждый отросток оканчивается в группе мышечных волокон (рис. **47**). Возбуждение, проводимое по нерву в мышцу, передается на ее волокна. В результате они сокращаются.

Движения в суставах. При сгибании руки в локте крупная мышца, расположенная на внутренней стороне плеча, утолщается. Это *двуглавая мышца* (рис. **48**, *1*). Она прикреплена двумя верхними сухожилиями к лопатке, а нижним — к предплечью. Сокращаясь, двуглавая мышца притягивает предплечье к плечу и рука сгибается в локтевом суставе. Другие мышцы, лежащие на передней поверхности плеча, вместе с двуглавой осуществляют сгибание руки в локте.

Противоположное действие оказывает сокращение *трехглавой мышцы (2)*, расположенной на задней поверхности плеча. От ее верхнего конца отходят три сухожилия: одно из них прикрепляется к лопатке, а два других — к задней поверхности плечевой кости. От нижнего конца трехглавой мышцы отходит сухожилие. Оно проходит по задней поверхности локтевого сустава и прикрепляется к локтевой кости.

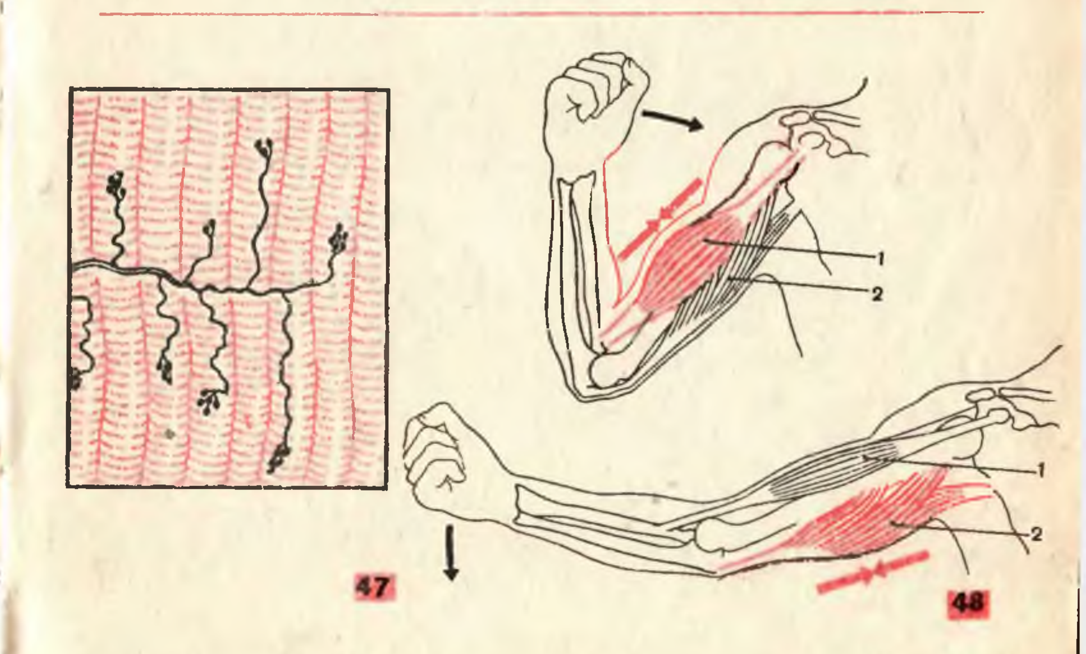
При сокращении этой мышцы рука разгибается в локте и выпрямляется. Когда мы вытягиваем руку, трехглавая мышца хорошо прощупывается.

Двуглавая и другие действующие совместно с ней мышцы — это *сгибатели* руки в локтевом суставе, а трехглавая — *разгибатель.*

В суставах движения совершаются благодаря двум противоположно действующим группам мышц — сгибателям и разгибателям.

Согласованность деятельности мышц — сгибателей и разгибателей. Взаимодействие сгибателей и разгибателей суставов осуществляется благодаря центральной нервной системе.

Сокращения мышц в организме совершаются рефлекторно. Стоит нам, например, случайно прикоснуться рукой к горячему предмету, и мы сразу же отдергиваем руку. Как это происходит? При температурном раздражении рецепторов кожи в них возникает возбуждение. Оно проводится по длинным отросткам центростремительных нейронов в центральную нервную систему, где передается на центробежные нейроны. По их



длинным отросткам возбуждение попадает в мышцы и вызывает их сокращение.

При ходьбе, беге, а также при выполнении человеком любой работы в его суставах происходят последовательные сгибания и разгибания. Этим и объясняются разнообразные движения нашего тела.

Подходящие к мышцам нервы состоят из отростков нейронов, тела которых находятся в сером веществе центральной нервной системы (см. рис. 19 на с. 21).

Возбуждение, проводящееся по нервам в мышцы — сгибатели сустава, вызывает их сокращение. Тогда в нейронах, отростки которых входят в мышцы — разгибатели того же сустава, развивается торможение, и эти мышцы расслабляются. Затем возбуждение возникает в нейронах, отростки которых заканчиваются в мышцах-разгибателях, вызывая их сокращение. Это ведет к торможению в нейронах, отростки которых заканчиваются в мышцах-сгибателях.

Таким образом, сокращение одной группы мышц влечет за собой расслабление другой. Мышцы — сгибатели и разгибатели суставов при ходьбе, физическом труде и других сложных движениях действуют согласованно.

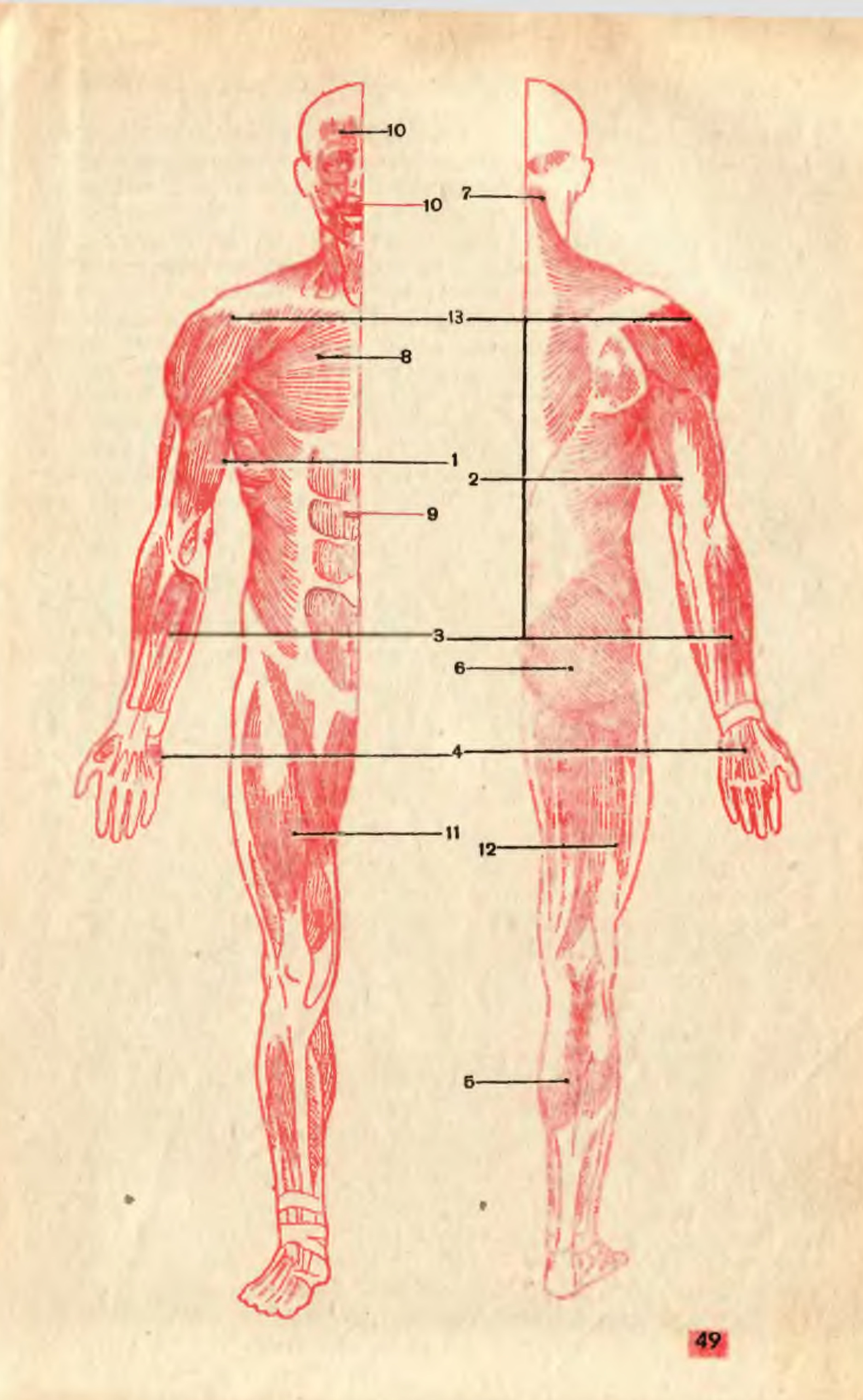
Бывает, что мышцы — сгибатели и разгибатели сустава одновременно находятся в расслабленном состоянии. Так, мышцы свободно висящей вдоль тела руки находятся в состоянии расслабления. Но возможно одновременное сокращение мышц — сгибателей и разгибателей сустава. Тогда он закрепляется в определенном положении.

Основные группы мышц человеческого тела. Функции различных групп мышц очень разнообразны. Их согласованная деятельность обусловливает движения нашего тела. На рисунке 40 показаны основные группы мышц тела человека.

Мышцы конечностей играют главную роль в передвижении и выполнении различных видов физической работы. Особенно разнообразны движения руки, которая для человека стала органом труда.

Движения в плечевом суставе происходят благодаря сокращению мышц, прикрепляющихся одним концом к костям плечевого пояса, а другим — к плечу. О том, как расположены сгибатели *(1)* и разгибатели *(2)* локтевого сустава руки, вы уже знаете. Очень точные движения пальцев человека происходят благодаря сокращениям и расслаблениям многих мышц, расположеных на предплечье *(3)*, запястье *(4)* и пясти. Эти мышцы связаны с костями пальцев длинными сухожилиями.

Мышцы ног человека обладают большей массой, — значит, они и сильнее, чем мышцы рук. Это понятно; нижние конечности выполняют функцию ходьбы и выдерживают всю тяжесть тела. Очень сильно развита у человека икроножная мышца *(5)*, расположенная на задней стороне голени. Сокращаясь, эта мышца сгибает ногу в колене, поднимает пятку и поворачи-


10
10
7
13
8
1
2
9
3
6
4
11
12
5

вает стопу наружу. Эти движения играют очень важную роль при ходьбе и беге.

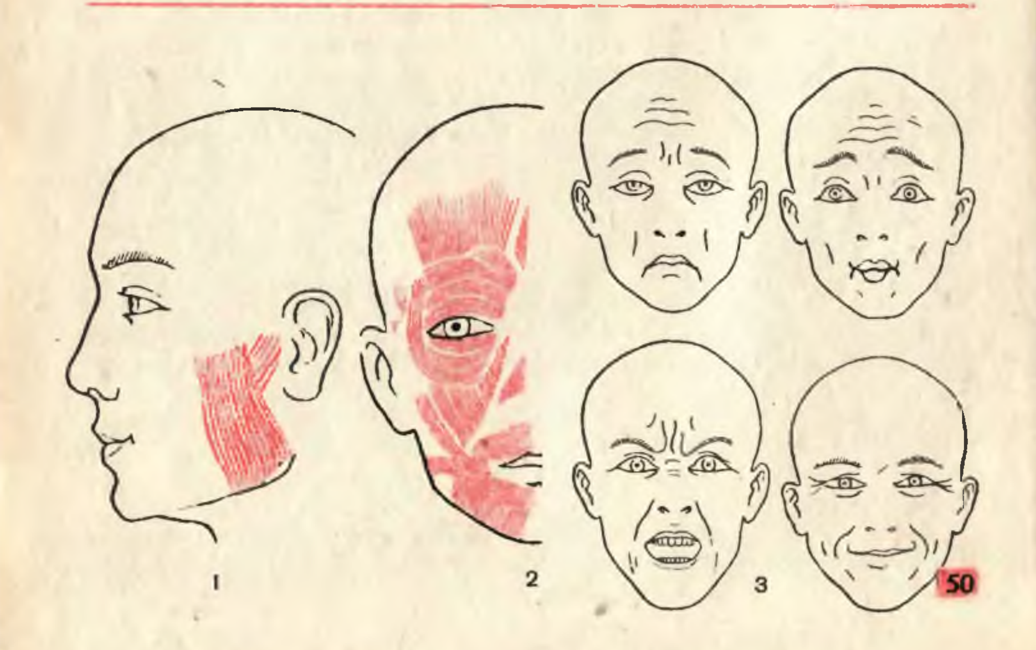
Большого развития достигают у человека и ягодичные мышцы *(6)*. Они прикреплены к тазовым и бедренным костям. Находясь в напряжении, ягодичные мышцы закрепляют тазобедренный сустав. Это играет большую роль в сохранении нашим телом вертикального положения.

Мышцы спины вместе с мышцами нижних конечностей принимают участие в удержании тела человека в вертикальном положении и выполняют ряд других функций. Мышцы, расположенные на задней стороне шеи *(7)*, прикреплены одним концом к черепу, а другим — к костям туловища. Находясь в напряжении, они поддерживают голову, не давая ей опускаться. В сохранении телом вертикального положения важное значение имеют мышцы спины, которые тянутся вдоль позвоночника и прикрепляются к его отросткам, направленным назад. Благодаря сокращению этих мышц туловище также может прогибаться назад.

Мышцы груди участвуют в движениях верхней конечности и в дыхательных движениях. Так, большая грудная мышца *(8)* принимает участие в опускании руки и в глубоком дыхании.

Мышцы живота (9) выполняют разнообразные функции. С сокращением различных групп этих мышц связаны наклоны туловища вперед и в стороны, его повороты вправо и влево.

При совместном сокращении этих мышц стенка живота надавливает на внутренние органы брюшной полости и сжимает их, словно пресс.



Мышцы головы по функциям разделяют на две группы. Это жевательные (рис. 50, *1*) и мимические (*2*, *3* и рис. 49, *10*).

Радость, огорчение, восторг, отвращение, раздумье, гнев, ужас, удивление — все это изменяет выражение лица человека. Такие выразительные движения лица — мимика — вызываются сокращениями и расслаблениями *мимических мышц*, прикрепляющихся обычно одним концом к костям черепа, а другим — к коже. Мимические мышцы достигают высокого развития только у человека и обезьяны.

Жевательные мышцы, сокращаясь, поднимают нижнюю челюсть. Кроме того, эти мышцы, действуя попеременно, вызывают ограниченные движения нижней челюсти вправо и влево, вперед и назад.

■ *Сгибатели суставов. Разгибатели суставов.*

? 1. Что является причиной сокращения мышц в организме? 2. Как происходит сгибание и разгибание в суставах? 3. Чем обусловлена согласованность деятельности мышц — сгибателей и разгибателей? 4. Какие мышцы особенно развиты у человека? С чем это связано? 5. Какие функции выполняют мышцы живота? 6. Какие функции выполняют мышцы головы?

! 1. По принципу каких известных вам из физики простейших машин совершается работа мышц (рис. 51)? Постарайтесь объяснить, какое значение для наших движений имеют основные закономерности действия этих машин. 2. Как должны быть расположены мышцы, сгибающие и разгибающие ногу в коленном суставе (найдите их на рис. 49)? 3. Как изменится положение плеча при сокращении дельтовидной мышцы (рис. 49, *13*)?

11. РАБОТА МЫШЦ

Органические соединения как источник энергии для работы мышц. Любое мышечное сокращение связано с расходованием энергии организмом. Она затрачивается на работу мышц. Различные движения, совершаемые нами, — перемещение тела в пространстве, удержание его в определенном положении, трудовая деятельность — все это обусловлено работой мышц. Каков источник энергии, расходуемой на нее?

Каждое мышечное волокно совершает работу. При этом затрачиваются некоторые органические соединения, главным образом углеводы. Происходит их химический распад. Процессы распада в работающей мышце очень сложны. В определенных звеньях этих процессов принимает участие кислород: наряду с распадом в мышце происходит окисление органических соединений.

При распаде и окислении органических соединений в мышечных волокнах освобождается энергия, которая расходуется на работу мышц.

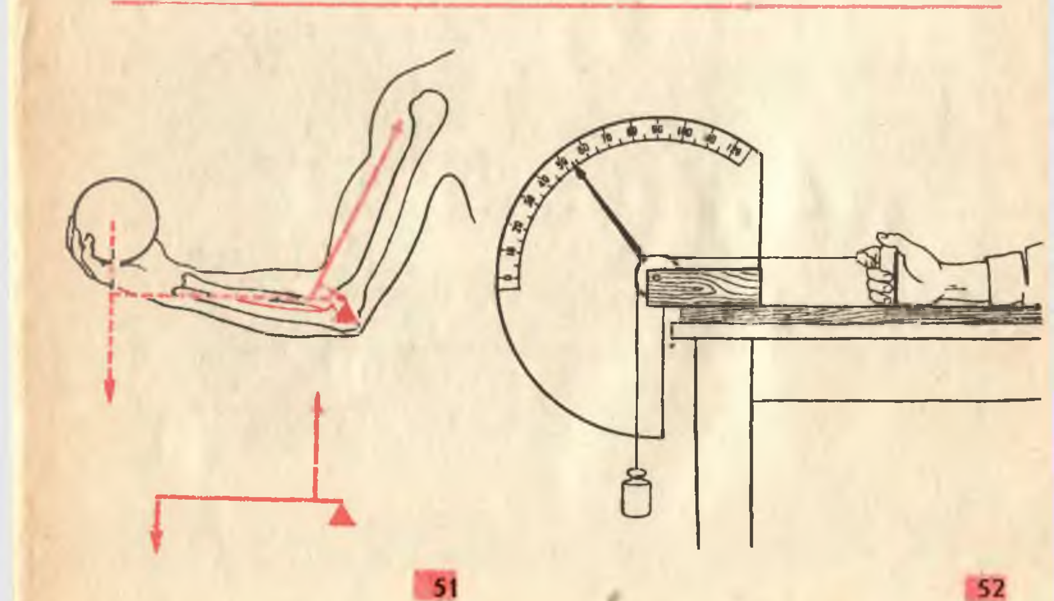
В результате этих процессов в мышцах образуются углекислый газ и вода. Протекающая через мышцы кровь постоянно снабжает их органическими соединениями и кислородом, а также уносит из них углекислый газ и другие продукты распада.

Утомление мышц. Если мышцы совершают работу долго и без отдыха, то они постепенно теряют работоспособность: в них развивается утомление. Чтобы познакомиться с этим явлением, рассмотрим пример.

Человек, стоящий неподвижно, держит в разведенных в стороны руках гантели. Как он ни старается сохранить горизонтальное положение рук, они начинают постепенно опускаться и через некоторое время бессильно повисают. Непрерывно напряженные сгибатели и разгибатели рук быстро утомляются. Пройдет некоторое время — и работоспособность мышц восстановится. После отдыха человек вновь сможет удерживать в течение некоторого времени гантели на прежнем уровне.

Гораздо позднее наступает утомление, когда человек выполняет с теми же гантелями физические упражнения. Тогда происходят попеременные ритмические сокращения и расслабления то сгибателей, то разгибателей рук. В промежутках между сокращениями мышцы успевают частично восстановить свою работоспособность. Поэтому человек может делать упражнения с гантелями гораздо дольше, чем удерживать их неподвижно в напряженных руках.

Проделав несложные опыты, легко выяснить, какие условия необходимы для того, чтобы утомление мышц при работе наступало возможно позднее. Для этих опытов используется специ-



51

52

альный прибор (рис. 52). Человек вдевает указательный палец в петлю. Она соединена со шнуром, переброшенным через подвижной блок, на котором укреплена стрелка. При поворотах блока она перемещается по шкале прибора. К шнуру привязывают груз в 1 кг. Затем проводят первый опыт. По стуку метронома человек сгибает и разгибает указательный палец, поднимая и опуская груз 60 раз в 1 мин. Момент начала опыта отмечают по часам. Стрелка прибора, движущаяся по шкале, позволяет наблюдать, как действуют мышцы пальца в течение опыта. Вначале движения пальца энергичны и стрелка пробегает через всю шкалу, но вскоре ее размах начинает постепенно уменьшаться, а через некоторое время она останавливается неподвижно на нулевой точке. Время полного утомления мышц также отмечают по часам. Затем в опыте делают перерыв минут на 10—15, чтобы работоспособность мышц пальца восстановилась. Тогда опыт повторяют. Но теперь ритм сгибаний и разгибаний пальца убыстряют до 90 раз в 1 мин. В этом, втором опыте утомление наступает гораздо скорее, чем в первом.

Значит, чем быстрее ритм сокращений мышц, тем скорее в них развивается утомление.

Перед началом третьего опыта мышцам пальца опять дают отдохнуть. Затем груз удваивают. Теперь человек поднимает и опускает 2 кг 60 раз в 1 мин. Оказывается, что мышцы пальца теряют работоспособность гораздо быстрее, чем тогда, когда они поднимали и опускали в том же ритме 1 кг.

Итак, чем больше нагрузка, тем скорее в мышцах развивается утомление.

Сеченов Иван Михайлович (1 августа 1829 — 2 ноября 1905) — русский естествоиспытатель, мыслитель-материалист, основоположник русской физиологической школы, создатель естественнонаучного направления в психологии, член-корреспондент Петербургской Академии наук с 1869 года, а с 1904 года — ее почетный член.

В 1863 году в журнале «Медицинский вестник» была впервые напечатана замечательная работа И. М. Сеченова «Рефлексы головного мозга», которая является образцом боевой материалистической литературы 60-х годов XIX века.

В 1866 году была опубликована работа И. М. Сеченова «Физиология нервной системы», в которой он изложил новаторские идеи в области физиологии.

В 1901 году выходит в свет работа «Очерки рабочих движений человека», которая положила начало изучению гигиены труда.

И. П. Павлов назвал И. М. Сеченова отцом русской физиологии.



Утомление мышц и влияние на их деятельность ритма сокращений и величины нагрузки изучал русский физиолог И. М. Сеченов. Он выяснил, что при выполнении физической работы очень важно подобрать средние ритм и нагрузку так, чтобы производительность была высокой, а утомление наступало как можно позже. Таким образом было заложено начало новой науки — *физиологии труда.*

■ *Утомление мышц.*

? 1. Что является источником энергии при работе мышц? 2. Что происходит с органическими соединениями в работающей мышце? 3. Каким опытом можно установить значение ритма и нагрузки в работе мышц? 4. Какой ученый заложил основы физиологии труда?

▲ Положите руку на стол ладонью вниз и, не отрывая остальных пальцев от его поверхности, ударяйте по столу средним пальцем в ритме стука стенных или настольных часов. Проследите по часам, сколько времени пройдет между началом опыта и моментом полной потери работоспособности мышцами пальца. Запишите это время.

Через 15 мин повторите тот же опыт, ускорив ритм вдвое (2 удара пальцем на 1 удар часов). Запишите, сколько времени пройдет между началом опыта и полным утомлением мышц пальца. Сделайте вывод из опыта.

12 ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ ДЛЯ ПРАВИЛЬНОГО ФОРМИРОВАНИЯ СКЕЛЕТА И МЫШЦ

Развитие опорно-двигательной системы человека. Скелет и мышцы начинают формироваться у зародыша человека и развиваются в основном в детском и юношеском возрасте.

Мышцы у новорожденного очень слабые. Они не способны к длительным сокращениям. С возрастом мышцы становятся все сильнее. У ребенка развиваются согласованные движения.

Правильное формирование скелета связано с развитием мышц. На тех местах костей, куда прикрепляются сухожилия мышц, образуются костные шероховатости, выступы, гребни (рис. 53). Они тем больше, чем сильнее прикрепляющиеся к ним мышцы. Это и понятно: ведь кость растет особенно усиленно в тех направлениях, в которых она испытывает наиболее сильное натяжение или сжатие.

Таким образом, чем сильнее развиты мышцы тела, тем прочнее становится скелет.

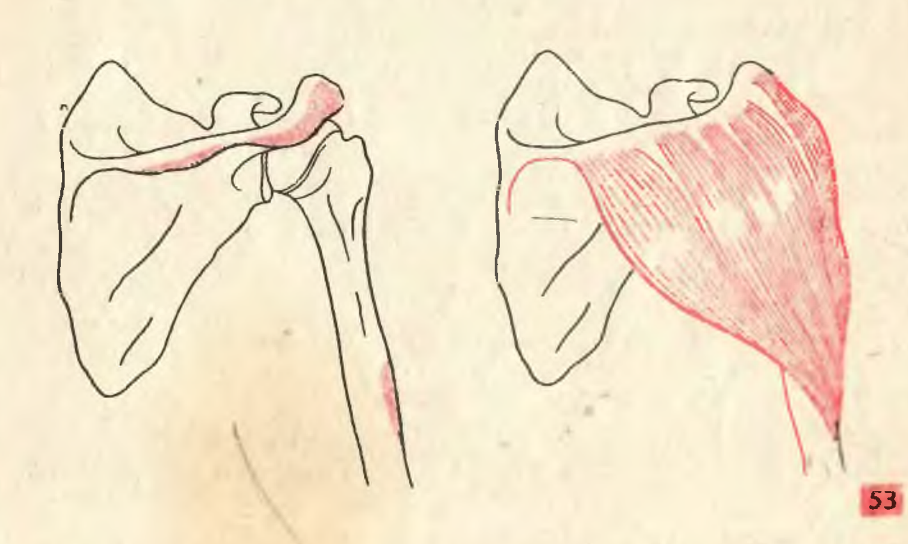
Значение тренировки мышц. Человек, регулярно занимающийся физическим трудом, физкультурой, спортом, становится ловким, мускулатура его тела развивается, движения делаются точными. Тренированные люди сильны, выносливы, работоспособны. Почему же постоянное упражнение мышц влияет на их развитие?

Ученые установили, что при работе органа в него поступает больше крови, чем во время покоя. Это доказывается опытом. Человека кладут на горизонтальную платформу больших, но очень чувствительных весов и уравновешивают их. Стоит лежащему на весах несколько раз пошевелить пальцами ног, как стрелка прибора покажет, что та сторона платформы, где лежат ноги, немного опустилась. Если человек сделает несколько жевательных движений, то опустится другой конец платформы. Это происходит потому, что увеличивается снабжение работающих мышц кровью.

Чем бо́льшую работу совершают мышечные волокна, тем больше питательных веществ приносит к ним кровь. У человека, регулярно занимающегося физической работой, физкультурой, мышцы развиваются — становятся сильнее, так как их волокна растут и утолщаются. В результате хорошо развивается не только мускулатура тела, но и скелет.

Вот почему очень важно с детства заниматься физическими упражнениями, работать на школьном учебно-опытном участке, в школьных мастерских, убирать классы, выполнять необходимую работу дома. Все это способствует физическому развитию, укрепляет здоровье.

Искривления позвоночника, плоскостопие и их предупреждение. Наше тело поддерживается в вертикальном положении многими мышцами, например спины и некоторыми другими мышцами туловища. Эти мышцы очень важно развивать, чтобы скелет формировался правильно. В упражнениях, которые вы выполняете на уроках физкультуры, есть много



53

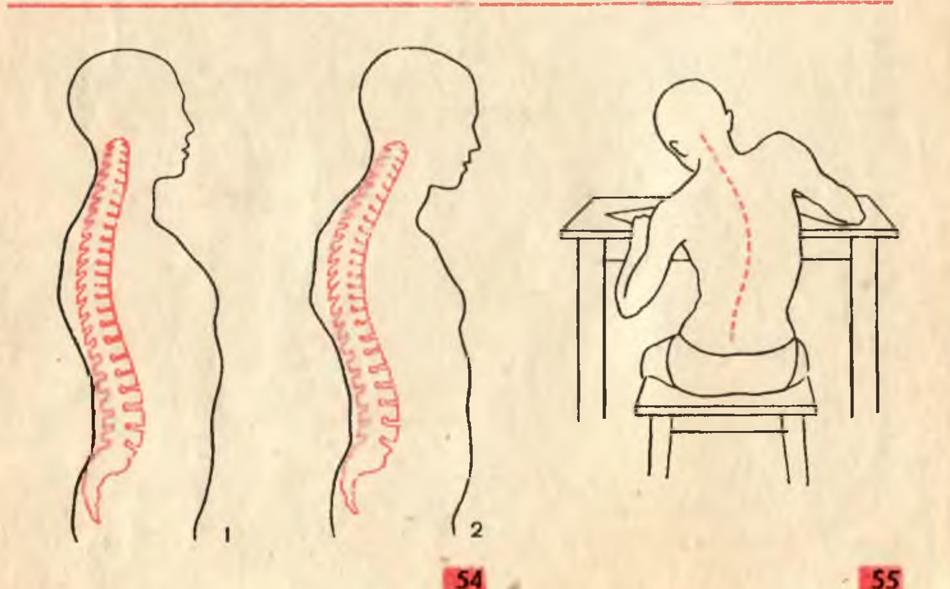
таких, которые развивают именно эти мышцы. Таковы упражнения, связанные с прогибанием позвоночника вправо и влево, круговые движения туловища, наклоны вперед, прогибание назад.

Тренировка мышц, поддерживающих наше тело в выпрямленном положении, способствует развитию хорошей *осанки*, т. е. правильного положения тела во время стояния, сидения, ходьбы и работы (рис. **54**, *1*). Правильная осанка не дается человеку от рождения, а приобретается им. Она вырабатывается в детстве и юности, а после 18 лет выправить ее недостатки *(2)* очень трудно. В детском и юношеском возрасте, когда хрящевая ткань в позвонках еще не заменилась полностью костной, особенно важно следить за своей осанкой, посадкой за столом, партой. У школьника, изо дня в день сидящего или работающего в какой-либо неправильной позе, может искривиться позвоночник (рис. **55**). Искривления позвоночника затрудняют деятельность внутренних органов.

Если ребенок часто поднимает большие тяжести или носит тесную обувь, то это может вызвать неправильное развитие стопы. Ее свод уплощается — возникает плоскостопие (рис. **56**).

Плоскостопие может развиваться и у взрослых, которые в связи со своей профессией вынуждены подолгу стоять на ногах или ходить. При ходьбе и стоянии у людей, страдающих плоскостопием, возникает боль в своде стопы. Чтобы предупредить искривления позвоночника и плоскостопие, надо соблюдать ряд правил.

Запомните: каждому необходимо заниматься физическими упражнениями; никогда не следует горбиться; нельзя



54 **55**

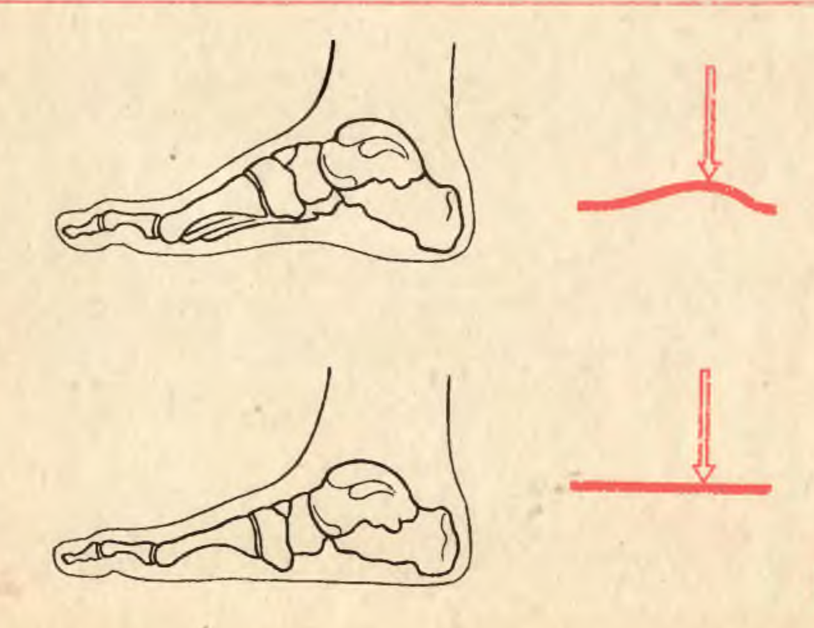
спать свернувшись калачиком; не надо поднимать очень тяжелые предметы; при переносе даже небольших тяжестей нужно равномерно нагружать обе руки; за столом или партой надо сидеть прямо; во время письма, работы в мастерской нельзя гнуться в сторону и держать одно плечо постоянно приподнятым; нельзя носить тесную обувь и обувь на высоком каблуке.

Ученые-гигиенисты рекомендуют для учащихся и людей разных профессий корригирующие упражнения. Эти упражнения предупреждают вредные изменения в организме.

Влияние физической работы и физических упражнений на организм. Физический труд оказывает благотворное влияние не только на развитие мускулатуры, но и на деятельность других систем органов.

Великий русский ученый-физиолог Иван Петрович Павлов прожил долгую жизнь. Он умер в возрасте 86 лет и до конца жизни оставался бодрым, физически крепким, поразительно работоспособным. Уже в глубокой старости он писал: «Всю мою жизнь я любил и люблю умственный труд и физический и, пожалуй, даже больше второй». Действительно, И. П. Павлова можно было очень часто видеть и вскапывающим грядки огорода, и увлеченно играющим в городки, и стремительно бегущим на лыжах, и совершающим прогулку на велосипеде. Физический труд и физические упражнения до последних лет жизни И. П. Павлова помогали его научному творчеству.

Но физическим трудом, упражнениями и спортивными играми нужно заниматься умеренно. Без соответствую-



56

щей физической подготовки длительная игра, например, в футбол, хоккей, баскетбол, а также бег на длинные дистанции могут принести вред неокрепшему организму.

Влияние физических упражнений на организм человека, в частности ребенка, изучал русский ученый П. Ф. Лесгафт. Он разработал ряд принципов физического воспитания.

Тренировка мышц.

? 1. Почему регулярное упражнение мышц способствует их развитию? 2. По каким причинам могут возникать искривления позвоночника? 3. Как следует предупреждать искривления позвоночника? 4. Каковы причины возникновения плоскостопия? 5. Как можно предупредить плоскостопие? 6. Как влияет на организм физический труд?

Если вы не делали до сих пор утренней зарядки, то начните ежедневно ее выполнять. В первый раз измерьте сантиметром толщину вытянутой руки в самом широком месте плеча (на уровне двуглавой мышцы) и выпрямленной ноги в самом широком месте голени (на уровне утолщения икроножной мышцы). Повторяйте такие измерения каждый месяц. Записывайте в тетрадь дату (месяц, число) и цифры, получаемые вами при измерении окружности плеча и голени. Запись ведите по такой форме.

Влияние физических упражнений на толщину мышц

Дата	Окружность плеча (в мм)	Окружность голени (в мм)

Если вы уже делаете утреннюю зарядку или занимаетесь спортом, то начните такие наблюдения с завтрашнего дня.
Тетрадь-дневник будет нужна вам и для записи других наблюдений.

III. КРОВЬ

13. ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА ОРГАНИЗМА

Значение внутренней среды организма. Ни одна ткань, ни одна клетка организма не может нормально осуществлять свои жизненные функции без притока питательных веществ и кислорода, без непрерывного удаления продуктов жизнедеятельности. Все эти вещества могут проникать сквозь наружную мембрану клетки только тогда, когда они находятся в растворенном состоянии. Вот почему любая клетка может жить лишь в жидкой среде.

У большинства многоклеточных животных и человека все живые клетки соприкасаются с жидкой *внутренней средой*, которая образована *кровью, тканевой жидкостью и лимфой.*

Кровь. Как вы знаете из зоологии, у всех позвоночных кровь движется по замкнутой системе кровеносных сосудов. Кровь кажется непрозрачной и равномерно окрашенной в красный цвет. Но более подробное изучение ее показало, что в основном она состоит из прозрачной бесцветной жидкости — *кровяной плазмы*, в которой находится огромное количество кровяных клеток. Их нетрудно рассмотреть под микроскопом (цвет. табл. I). Именно они делают кровь непрозрачной. Одни из таких клеток имеют бледно-красную окраску *(1).* Это красные кровяные клетки, или *эритроциты.* В крови их очень много, поэтому в большой массе они придают крови красный цвет. Бесцветные клетки крови называются белыми кровяными клетками или *лейкоцитами (2).*

Клетки крови чрезвычайно малы по размерам. В 1 $мм^3$ крови, т. е. в крохотной капельке, приблизительно равной по объему головке канцелярской булавки, содержится примерно 5 млн. эритроцитов и от 5 до 10 тыс. лейкоцитов.

Есть в крови и еще более мелкие тельца — *кровяные пластинки (3).* В 1 $мм^3$ крови их содержится от 200 до 300 тыс. Кровь — это одна из тканей организма. Она имеет сложное строение. Клетки в ней не прилегают друг к другу, и основную ее часть составляет жидкое межклеточное вещество — кровяная плазма. *Значит, кровь относится к числу соединительных тканей.* В теле взрослого человека находится около 5 л крови.

Тканевая жидкость. Когда кровь движется по пронизывающим ткани мельчайшим кровеносным сосудам — капиллярам, через их стенки постоянно проникают некоторые составные части кровяной плазмы. Так образуется тканевая жидкость, которая окружает все живые клетки тела. Из этой жидкости они поглощают питательные вещества и кислород, выделяют в нее углекислый газ и другие продукты жизнедеятельности. Кровь отдает в тканевую жидкость вещества, используемые клетками, и поглощает вещества, выделяемые ими.

Лимфа. Тканевая жидкость постоянно пополняется за счет веществ, проникающих из крови. Одновременно с этим некоторые вещества тканевой жидкости просачиваются в мельчайшие лимфатические сосуды, берущие начало между клетками тканей (рис. 57). Из тканевой жидкости образуется несколько отличающаяся от нее по составу лимфа. По лимфатическим сосудам лимфа поступает в кровь.

■ *Внутренняя среда организма. Кровяная плазма. Эритроциты. Лейкоциты. Кровяные пластинки. Тканевая жидкость. Лимфа.*

? 1. Каково строение крови? 2. Почему кровь считают жидкой тканью?

! 1. Почему одноклеточные простейшие животные могут обитать только в жидкой среде? 2. Из чего состоят два ясно различимых слоя в отстоявшейся крови (цвет. табл. I, *б*) и чем образован разделяющий их очень тонкий сероватый слой? 3. Почему в отстоявшейся крови сероватый слой в несколько сот раз тоньше красного слоя?

14. ПЛАЗМА КРОВИ

Состав кровяной плазмы. Плазма крови в основном состоит из воды, в которой растворены органические и неорганические соединения. Вода составляет в плазме около 90%, белки — примерно 7%, жиры — 0,8%, виноградный сахар — глюкоза — около 0,12%, минеральные соли — приблизительно 0,9%. В плазме



57

содержатся и некоторые другие вещества. Среди них отметим, например, продукты распада, выделяемые клетками. Такой состав плазмы сохраняется в течение всей жизни человека. От чего же это зависит?

В органах пищеварения плазма обогащается питательными веществами. Одновременно с этим она уносит из всех органов тела углекислый газ, продукты тканевого распада и некоторые другие вещества. Но, несмотря на постоянное поступление в плазму многих веществ, состав ее не изменяется. Это происходит потому, что она непрерывно отдает некоторые вещества клеткам органов, через которые течет. В легких кровь освобождается от углекислого газа, а в почках — от избытка воды, растворенных в ней продуктов распада и некоторого количества минеральных солей.

Изменение состава плазмы губительно действует на организм. Для доказательства этого достаточно проделать несложный опыт.

Если налить в две пробирки кровь до одинакового уровня и добавить в одну из них 0,9-процентный раствор поваренной соли, а в другую — столько же дистиллированной воды, то через несколько секунд возникнет различие между содержимым обеих пробирок. В первой из них жидкость останется мутной, а во второй станет прозрачной, сохранив красный цвет. Чем объясняется это явление?

Концентрация солей в плазме равна их содержанию в клетках крови, в том числе в эритроцитах. При добавлении дистиллированной воды к крови концентрация солей в жидкости, окружающей кровяные клетки, понижается. Вода вследствие диффузии быстро проникает в эритроциты и лейкоциты, снижая концентрацию солей и в них. Клетки набухают, их тонкие наружные мембраны растягиваются, а затем лопаются, и клеточное содержимое смешивается с окружающей жидкостью (рис. **5[illegible]**). Красящее вещество эритроцитов выходит, и жидкость в пробирке, сохраняя красный цвет, становится прозрачной. Когда приливают к крови 0,9-процентный раствор поваренной соли, концентрация солей в жидкости, окружающей клетки, остается прежней. Эритроциты и лейкоциты в этом случае не изменяются. Вот почему жидкость остается непрозрачной.

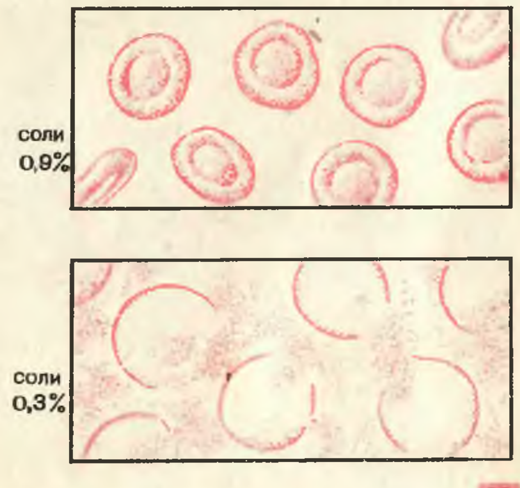
Относительное постоянство состава кровяной плазмы, а значит, и всей внутренней среды организма сохраняется от рождения и до самой смерти человека. Стоит возрасти выше нормы концентрации какого-либо из веществ, растворенных в плазме крови, как благодаря сложным регулирующим механизмам, среди которых главную роль играют рефлексы, уменьшается поступление новых порций избыточного вещества в плазму крови и состав ее выравнивается, возвращается к постоянной величине. Понижение концентрации веществ в кровяной плазме влечет за собой увеличение их поступления в нее. Происходит *саморегуляция постоянства состава кровяной плазмы.*

Водный раствор солей, соответствующий по своей концентрации содержанию солей в кровяной плазме, называется *физиологическим раствором.* Он находит применение в медицине. Например, при некоторых заболеваниях организм теряет много воды. Это может привести к смерти. В таких случаях в кровь больных вводят физиологический раствор, пополняя недостаток жидкости в организме.

Переливание крови. Большие потери крови опасны для жизни человека. В качестве меры первой помощи людям, потерявшим много крови, иногда вливают физиологический раствор. Но такая помощь недостаточна: ведь потерпевший потерял огромное количество кровяных клеток. Для спасения жизни человека ему во многих случаях делают переливание крови.

Откуда берут кровь для переливания? У каждого взрослого здорового человека можно взять без вреда для него примерно 200 г крови. Ее хранят в герметически закупоренных стеклянных сосудах и используют для вливания людям, потерявшим много крови, или больным, у которых нарушен нормальный ее состав.

Долгое время попытки переливания крови не давали нужных результатов. Часто они приводили к смертельному исходу. Только несколько десятилетий назад ученым удалось установить, что не всегда кровь одного человека совместима с кровью другого. У людей различают четыре группы крови. Для переливания употребляют кровь не любой группы, а только такую, которую можно ввести в организм без вреда для здоровья (табл. 1).



58

Таблица I

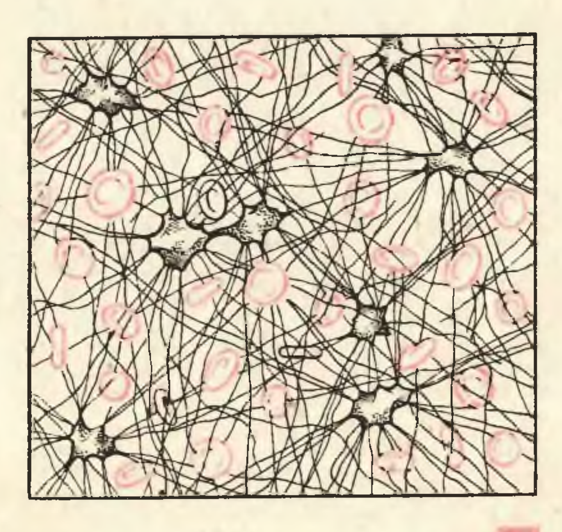
Совместимость крови людей

Группы крови	Может отдавать кровь группам	Может принимать кровь групп
I	I, II, III, IV	I
II	II, IV	I, II
III	III, IV	I, III
IV	IV	I, II, III, IV

Но неудачи при переливании крови объяснялись не только незнанием ее групп. Кровь, которую использовали для этой цели, быстро образовывала сгустки — *свертывалась* — и закупоривала кровеносные сосуды. Нужно было узнать, чем вызывается свертывание и как можно получать несвертывающуюся кровь.

Свертывание крови. Из свежей раны или царапины кровь вначале вытекает обильно. Затем она постепенно густеет, и поверхность раны покрывается корочкой, затягивающей места повреждения кровеносных сосудов и не дающей крови вытекать из них. Как же происходит этот процесс?

В плазме крови содержится растворимый белок *фибриноген*, что означает в переводе «вещество, порождающее волокна». Откуда такое название? Ответ на этот вопрос дает наблюдение.

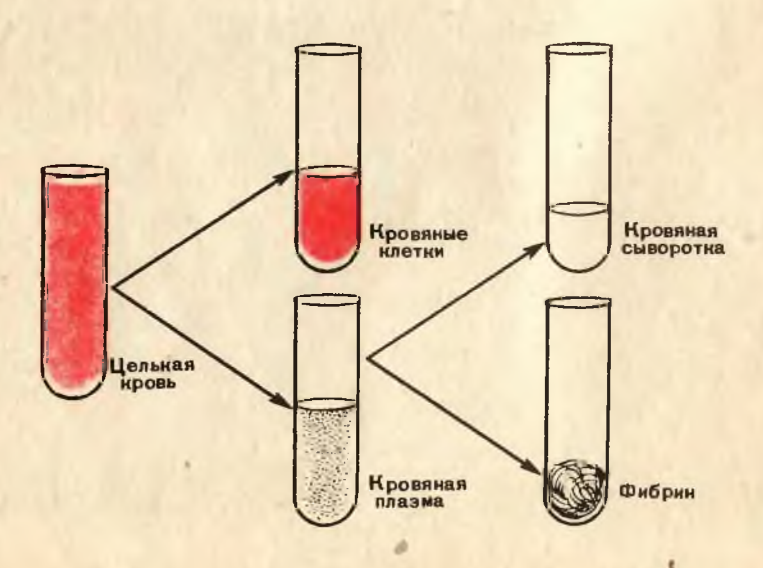


59

В плазме крови, только что взятой у человека или животного, постепенно образуются тонкие волоконца (рис. 59). Их становится все больше и больше, и вскоре они образуют густую сеть, в которой, как рыба в неводе, запутываются кровяные клетки. Растворимый белок плазмы фибриноген химически изменился и превратился в нерастворимый волокнистый белок *фибрин*, что означает «волокнистое вещество». Волокна фибрина образуют сгусток, который закупоривает просветы поврежденных сосудов.

Если собрать вытекающую из раны кровь в чистый стеклянный сосуд, то при комнатной температуре она через несколько минут превращается в красную студенистую массу. Сгусток начинает постепенно сжиматься, выдавливая из себя прозрачную и почти бесцветную жидкость. Это *кровяная сыворотка* — плазма, в которой уже нет фибриногена (рис. 60). Поэтому сыворотка не способна свертываться. Если сгусток крови долго промывать в струе воды, то кровяные клетки вымоются из него. Тогда мы увидим множество перепутавшихся между собой белых волокон чистого фибрина.

Свертывание крови — это очень сложный процесс, для которого нужен ряд условий. Рассмотрим лишь два из них. Во-первых, в плазме должны содержаться соли кальция. Если прилить к крови вещества, осаждающие соли кальция, то она утрачивает способность к свертыванию. Кровь, из которой удалены соли кальция, применяется при переливании, так как она уже не способна свернуться. Вторым обязательным условием свертывания крови является разрушение кровяных пластинок. При



60

этом образуется вещество, способствующее превращению фибриногена в фибрин.

В лимфе тоже содержится фибриноген. Она свертывается при тех же условиях, что и кровь, но несколько медленнее.

Некоторые люди от рождения страдают заболеванием, при котором кровь вообще не способна свертываться. Такие люди могут умереть от потери крови в результате даже самых незначительных поранений.

Свертывание крови — это защитное приспособление организма, предохраняющее его от потери крови.

■ *Саморегуляция постоянства состава кровяной плазмы. Свертывание крови. Фибриноген. Фибрин. Кровяная сыворотка.*

? 1. Какие вещества входят в состав кровяной плазмы? 2. Какое значение имеет постоянство состава плазмы? 3. Что такое физиологический раствор и для чего его применяют? 4. В каких случаях делают переливание крови? Любую ли кровь можно вливать человеку? 5. При каких условиях свертывается кровь? 6. Чем кровяная сыворотка отличается от плазмы?

! 1. Почему человеку можно вводить в кровь физиологический раствор, но нельзя вливать воду? 2. Для чего при сильных кровотечениях людям вводят в кровь раствор хлорида кальция?

15. ЭРИТРОЦИТЫ И ЛЕЙКОЦИТЫ

Эритроциты. По форме эритроциты напоминают круглые лепешечки, вдавленные посередине с обеих сторон. Такая форма увеличивает их поверхность. Эритроциты очень мелки: их диаметр равен всего нескольким тысячным миллиметра. Снаружи эритроциты одеты тонкой поверхностной мембраной, внутри которой находится полужидкое содержимое.

Эритроциты недолговечны. Они живут лишь около четырех месяцев. Вот почему в течение жизни человека кровь его постоянно пополняется новыми эритроцитами. Их образование непрерывно происходит в кроветворном органе — *красном костном мозге*, который, как вы знаете, находится в губчатом веществе костей.

Эритроциты образуются при размножении особых клеток красного костного мозга. В молодых эритроцитах ясно различимо ядро. Но перед выходом в кровяное русло они теряют ядра. У взрослых эритроцитов ядер нет (рис. 61).

Окраска эритроцитов зависит от того, что их содержимое состоит главным образом из особого белкового вещества — *гемоглобина*, в состав которого входит железо. Именно он придает крови темно-красный цвет.

Гемоглобин способен легко присоединять кислород и так же легко отдавать его. Соединение гемоглобина с кислородом имеет ярко-алую окраску. В среде, бедной кислородом, происходит разложение этого нестойкого вещества. В результате вновь образуются гемоглобин и свободный кислород.

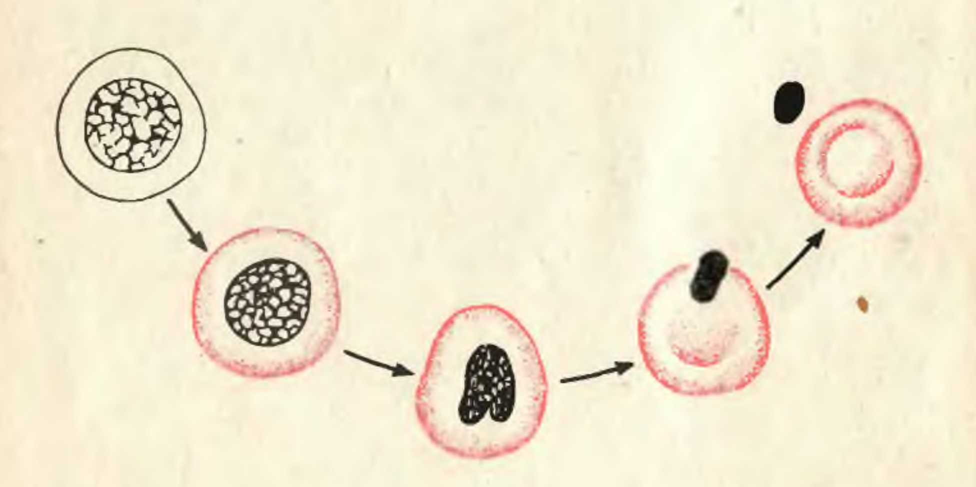
От степени насыщенности кислородом зависит цвет крови. Ярко-алая кровь, богатая кислородом, называется *артериальной*. Кровь, содержащая мало кислорода, имеет темно-красную окраску. Это *венозная кровь.*

Основная функция эритроцитов заключается в переносе кислорода от органов дыхания ко всем клеткам тела. Вместе с тем эритроциты принимают некоторое участие и в удалении из тканей углекислого газа.

Несмотря на то что эритроциты очень мелки, они переносят большое количество кислорода. Чем это объясняется?

Вы помните, что у взрослого человека количество крови равно примерно 5 л. В каждом ее кубическом миллиметре находится примерно 5 млн. эритроцитов. Поэтому общее количество красных кровяных клеток в нашем организме огромно. Вычислено, что сумма поверхностей всех эритроцитов в организме одного человека в 1500 раз превышает поверхность его тела и равна примерно 3500 м^2, т. е. более ⅓ га.

В сосудах легких каждый эритроцит всей своей поверхностью поглощает из воздуха кислород, который вступает в соединение с гемоглобином, и кровь становится артериальной. Затем, омывая все органы тела, она отдает кислород клеткам и превращается в венозную.

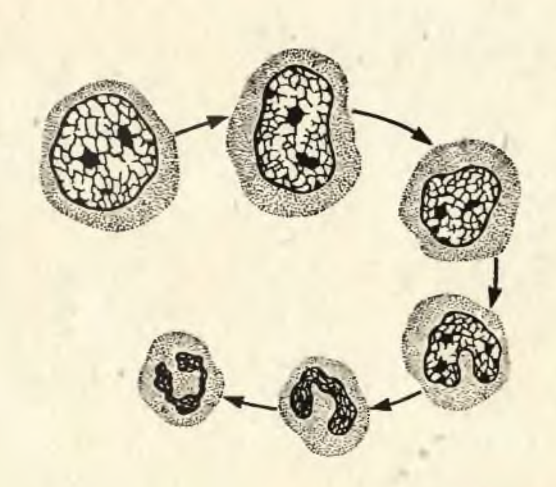


Малокровие. Заболевания, при которых в крови человека понижено содержание гемоглобина, называются *малокровием*. В одних случаях малокровие связано с уменьшением числа эритроцитов, в других — с понижением содержания в них гемоглобина, а иногда с обеими этими причинами вместе. Малокровие может возникнуть, например, когда человек теряет много крови. Причинами малокровия могут быть и недостаточное питание, и некоторые заразные болезни, и нарушение функций кроветворного органа — красного костного мозга. Малокровие излечимо. Надо лишь вовремя установить его причину. Сделать это может только врач. Усиленное питание и свежий воздух нередко помогают восстановить нормальное содержание гемоглобина в крови.

Лейкоциты. Белые кровяные клетки находятся не только в крови, но и в лимфе. Каждая из них имеет ядро, погруженное в бесцветную цитоплазму. У некоторых лейкоцитов ядро не сплошное, а состоит из нескольких частей.

Лейкоциты гибнут в организме в большом количестве. Продолжительность их жизни 2—4 суток. Новые лейкоциты непрерывно образуются в кроветворных органах — костном мозге, селезенке (см. рис. 2, *12* на с. 7) и лимфатических узлах (рис. **62**) — небольших соединительнотканных образованиях, которые находятся во всех частях организма.

Форма лейкоцитов непостоянна. Они напоминают маленьких амеб. Раздвигая ложноножками клетки, из которых состоят стенки самых тонких кровеносных сосудов, лейкоциты выходят из них и проникают в промежутки между клетками.



62

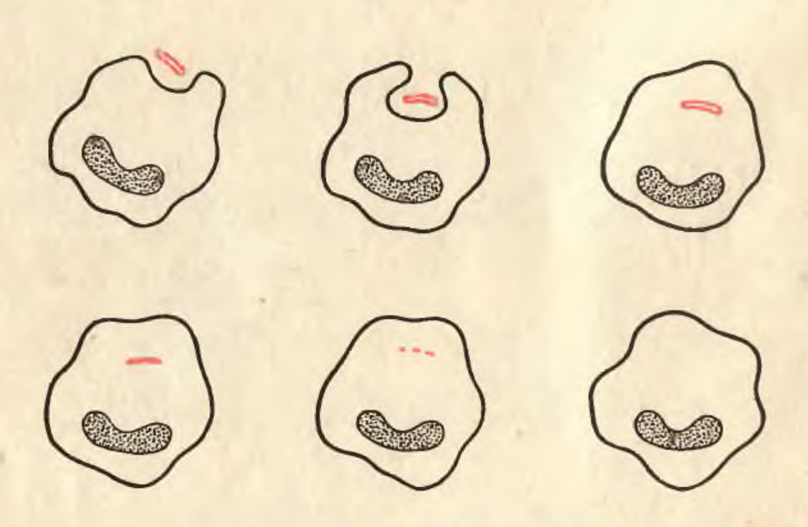
За способность к самостоятельному передвижению в тканях лейкоциты были названы блуждающими клетками.

Выдающийся русский биолог И. И. Мечников установил, что *лейкоциты играют чрезвычайно важную роль в защите организма от заразных, инфекционных болезней.* Возбудителями этих болезней являются одноклеточные организмы — болезнетворные микробы. Проникнув в организм, они поселяются в нем. В процессе своей жизнедеятельности болезнетворные микробы выделяют ядовитые для человека вещества, вызывающие болезненные явления в организме.

Многими наблюдениями и опытами И. И. Мечников выяснил, что массы лейкоцитов устремляются в ткань, пораженную болезнетворными микробами, обволакивают их ложноножками и переваривают внутри цитоплазмы (рис. 63). Открытие такой функции, свойственной некоторым формам лейкоцитов, подсказало И. И. Мечникову и их название — *фагоциты*, что означает по-русски «клетки-пожиратели». Процесс поглощения и переваривания микробов и других чужеродных частиц белыми кровяными клетками он назвал *фагоцитозом.* В пораженных микробами участках организма обычно скапливается большое количество лейкоцитов. Множество их гибнет от яда, выделяемого микробами.

Гной, образующийся в тканях при воспалениях, вызываемых болезнетворными микроорганизмами, — это скопление мертвых лейкоцитов.

Открыв явление фагоцитоза, И. И. Мечников положил начало изучению защитных свойств крови.



63

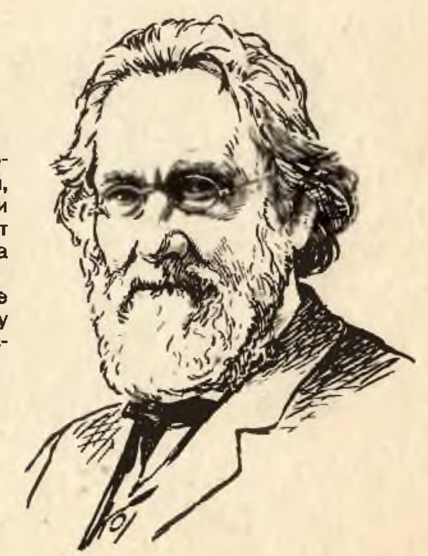
■ *Кроветворные органы. Гемоглобин. Артериальная кровь. Венозная кровь. Инфекционные болезни. Фагоциты. Фагоцитоз.*

? 1. Какое строение имеют эритроциты? 2. Где происходит образование эритроцитов? 3. Со свойствами какого вещества связана основная функция эритроцитов? 4. Что такое малокровие? 5. Какое строение имеют лейкоциты? 6. Каково значение лейкоцитов в организме? 7. Где происходит образование лейкоцитов?

! 1. Угарный газ (содержится в светильном газе, образуется при неполном сгорании топлива в печи) вступает с гемоглобином в прочное химическое соединение. Почему в результате длительного вдыхания этого газа наступает смерть? 2. Почему при малокровии больным иногда дают лекарства, в состав которых входят соединения железа? 3. Почему после больших потерь крови пострадавшим нужно вливать не физиологический раствор, а консервированную кровь? 4. Почему при инфекционных заболеваниях дыхательных путей в мокроте больного находят наряду с болезнетворными микробами очень много лейкоцитов?

16 ИММУНИТЕТ

Эпидемии. В течение многих веков от таких болезней, как чума, холера, черная оспа, люди гибли десятками тысяч. Они не знали, как спастись от массовых заразных заболеваний — *эпидемий*. Казалось невозможным остановить распространение



Мечников Илья Ильич (3 мая 1845 — 2 июля 1916) — выдающийся русский ученый, внесший большой вклад в различные отрасли биологии, с 1883 года член-корреспондент Петербургской Академии наук, а с 1902 года ее почетный член.

В 1883 году И. И. Мечников открыл явление фагоцитоза. За исследования по фагоцитозу в 1908 году ему была присуждена Нобелевская премия.

эпидемий, которые быстро охватывали большие территории, перебрасывались из страны в страну.

Религия учила, что заразные болезни посылаются людям богом в наказание за их грехи. И чтобы вымолить у бога помилование, невежественные люди шли в церковь. Здесь, в многолюдных толпах молящихся, инфекция легко передавалась от больных людей здоровым, и эпидемия поражала все новые и новые жертвы. На протяжении многих веков религиозные верования препятствовали выяснению подлинных причин возникновения инфекционных болезней и поискам средств борьбы с ними.

Оспопрививание. В 1796 году Эдуард Дженнер сделал великое открытие. Он нашел средство предупреждения одной из самых страшных инфекционных болезней — натуральной оспы.

При натуральной оспе кожа больных покрывается пузырями, наполненными бесцветной жидкостью. Позже пузыри вскрываются, и на их месте образуются струпья. Во времена Дженнера оспа поражала людей десятками тысяч. Оставшиеся в живых почти всегда становились рябыми, а нередко и слепли.

Дженнер знал, что, однажды переболев оспой, человек не заражается ею вторично — становится к ней невосприимчивым. Кроме того, он подметил, что доильщицы коров на фермах очень редко заболевают натуральной оспой. Объяснить причину этого ему помогло другое наблюдение. На вымени коров часто появляются пузыри, похожие на оспенные. Недаром такое заболевание скота носит название коровьей оспы. Это наблюдение



Дженнер Эдуард (17 марта 1749 — 26 января 1823) — английский врач, создатель метода предохранения человека от заболевания оспой.

В 1798 году Дженнер разработал метод предохранения от заболевания оспой путем искусственного заражения человека содержимым оспенных пузырей коров. В дальнейшем он усовершенствовал технику оспопрививания.

навело Дженнера на предположение, что коровья оспа — легкая форма человеческой. При дойке больных коров, рассуждал он, в трещины кожи на руках работниц попадает жидкость из лопнувших пузырей. Это вызывает заражение оспой, которая протекает в очень легкой форме, незаметно для заболевшей. Вот почему доильщица становится невосприимчивой к натуральной оспе. Но это предположение необходимо было проверить. Дженнер втирал людям жидкость из оспенных пузырей коров через небольшие надрезы на коже. На месте *прививки* появлялся пузырек; вокруг него кожа краснела и припухала. Через несколько дней пузырек вскрывался и подсыхал. Эти прививки оказались безвредными. Зато люди, которым сделали прививки, становились невосприимчивыми к натуральной оспе.

Открытие Дженнера нанесло удар религиозным представлениям о неотвратимости болезней. Поэтому против него ополчилось духовенство, внушая верующим, что, делая себе прививки, они отдают душу в руки дьявола. Но, несмотря на сопротивление церкви, оспопрививание начало распространяться во всем мире.

После Великой Октябрьской социалистической революции в нашей стране декретом, подписанным В. И. Лениным, было введено обязательное оспопрививание. Теперь в Советском Союзе натуральная оспа полностью ликвидирована.

Открытие Дженнера было основано не на знании причин, вызывающих инфекционные болезни, а на наблюдательности. Лишь столетием позже Луи Пастер выяснил, что инфекционные болезни вызываются болезнетворными микробами. А после



Пастер Луи (27 декабря 1822 — 28 сентября 1895) — французский ученый, труды которого положили начало развитию микробиологии как самостоятельной науки.

С 1862 года он член Парижской Академии наук.

В 1879 году, исследуя микробы куриной холеры, Пастер обнаружил, что введение ослабленных микробов курам не вызывает их гибели и в то же время делает их совершенно невосприимчивыми к данной болезни. Это открытие привело Пастера к разработке метода предупредительных прививок, которые явились эффективным средством борьбы с различными заразными заболеваниями: сибирской язвой, бешенством, краснухой у свиней.

открытия И И Мечниковым фагоцитоза начало развиваться учение о невосприимчивости организма к инфекционным заболеваниям.

Врожденный и приобретенный иммунитет. Невосприимчивость организма к какой-либо инфекционной болезни связана с иммунитетом.

Иммунитет — это выработавшаяся в процессе естественного отбора способность организма образовывать специфические защитные вещества в ответ на внедрение в него чужеродных тел (например, болезнетворных микробов и их ядов, крови несовместимой группы, ткани, пересаженной от другого организма). С помощью защитных веществ чужеродные тела уничтожаются.

Некоторые люди уже с рождения невосприимчивы к той или иной болезни. В их крови содержатся защитные вещества с самого начала жизни. Такой иммунитет называется *врожденным.* Он наследуется потомством от родителей. В других случаях иммунитет вырабатывается у человека после перенесения инфекционных заболеваний. Это *приобретенный иммунитет.* Под действием возбудителей инфекционных болезней в организме больного вырабатываются защитные вещества. Этот процесс продолжается и после выздоровления человека, иногда в течение всей его жизни. Вот почему, переболев коклюшем, корью, ветряной оспой, люди не заболевают этими болезнями вторично. Такая способность организмов используется медициной для предупреждения и лечения некоторых инфекционных заболеваний.

Предупредительные прививки. Чтобы уберечь человека от заражения той или иной инфекционной болезнью, например дизентерией, брюшным тифом, дифтерией, у него искусственно вырабатывают иммунитет. Для этого человеку вводят в организм убитых или сильно ослабленных, уже почти потерявших ядовитость возбудителей болезни или их яды, которые предварительно обезвреживают. Такая прививка вызывает заболевание в очень легкой форме. В ответ на проникновение в организм микробов или их ядов в нем начинается образование соответствующих защитных веществ. И возбудители данной болезни, проникнув в иммунный организм, погибают, а их яд обезвреживается.

Каждый из вас должен понимать значение предупредительных прививок и не уклоняться от них, когда их проводят в школе или в том районе, где вы живете Они защитят вас от опасных болезней.

После предупредительной прививки человек чаще всего не заболевает той болезнью, против которой она сделана, в случае заражения переносит ее очень легко.

Лечебные сыворотки. Способность организма вырабатывать защитные вещества используется не только для предупреждения инфекционных болезней, но и для их лечения. В некото-

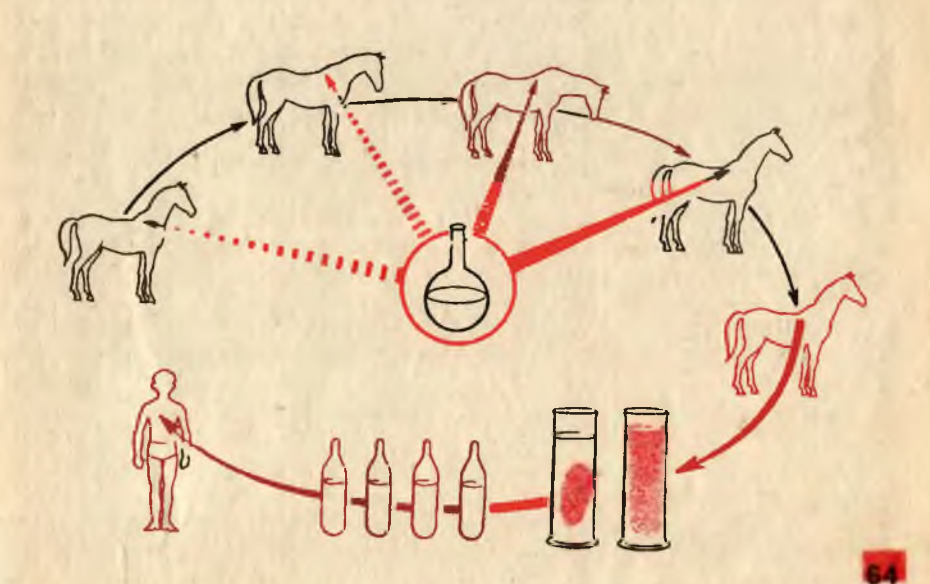
рых случаях, когда заболевшему нужно быстро оказать помощь, ему вводят готовые защитные вещества, получаемые из организмов искусственно иммунизированных животных.

Такое лечение применяется, например, при дифтерии — тяжелой инфекционной болезни. Ее возбудители поражают слизистую оболочку горла, а их яды разносятся кровью по всему организму и вызывают тяжелое отравление. Когда противодифтерийная лечебная сыворотка еще не применялась, из каждых 10 заболевших детей умирало 6—7.

Как же получают противодифтерийную сыворотку?

В организм здоровой лошади вводят очень ослабленный, не опасный для жизни яд, выделенный возбудителями дифтерии. В последующие дни прививки повторяют, и с каждым разом их ядовитость все увеличивается. В конце концов начинают вводить смертельные дозы неослабленного дифтерийного яда (рис. [redacted]). Но лошадь уже не может заболеть. В ее организме теперь вырабатывается так много защитных веществ, что любое количество бактериального яда для нее стало безвредным. Время от времени у такой иммунизированной лошади берут из крупного кровеносного сосуда кровь, которой дают свернуться. После свертывания образуется сыворотка. Ее очищают и хранят в запаянных стеклянных ампулах. В противодифтерийной сыворотке находятся готовые защитные вещества. Ее вводят больным детям. Если это делается вовремя, дети выздоравливают.

В наше время изготовляют различные лечебные сыворотки. Некоторые из них применяют не только для лечения, но и для



64

того, чтобы не допустить заболевания заразившегося человека. Так, развитие очень опасной болезни — столбняка — можно предотвратить своевременным вливанием противостолбнячной сыворотки. Столбняк может быть вызван загрязнением ран землей, так как его возбудители подолгу сохраняются в почве. Когда в рану попадает земля, необходимо сразу обратиться в лечебное учреждение. Там будет введена в организм противостолбнячная лечебная сыворотка. Готовые защитные вещества, содержащиеся в ней, не дадут болезни развиться. Так как при использовании лечебных сывороток защитные вещества не образуются в организме, а вводятся в него извне, то они сохраняются в крови очень недолго. Пройдет некоторое время, и организм вновь станет восприимчивым к болезни.

В нашем организме иммунитет вырабатывается не ко всем инфекционным болезням. Некоторыми из них мы можем болеть много раз в жизни. Такова, например, ангина.

Естественный и искусственный иммунитет. Иммунитет врожденный или приобретаемый в результате перенесенного заболевания называется *естественным.* Иммунитет, приобретаемый в результате предупредительных прививок или введения лечебных сывороток, получил название *искусственного.*

■ *Иммунитет. Врожденный иммунитет. Приобретенный иммунитет. Предупредительные прививки. Лечебные сыворотки. Естественный иммунитет. Искусственный иммунитет.*

? 1. Чем вызываются инфекционные заболевания? 2. Кем и как было введено оспопрививание?

! 1. В чем различие действия на организм предупредительных прививок и лечебных сывороток? 2. Почему при лечении дифтерии больным вливают не плазму крови иммунизированного животного, а кровяную сыворотку? 3. Для чего детям, которые находились в контакте с больными корью, иногда вводят вещество, извлеченное из кровяной сыворотки людей, уже перенесших эту болезнь? Может ли ребенок спустя несколько месяцев после введения такого вещества заразиться корью?

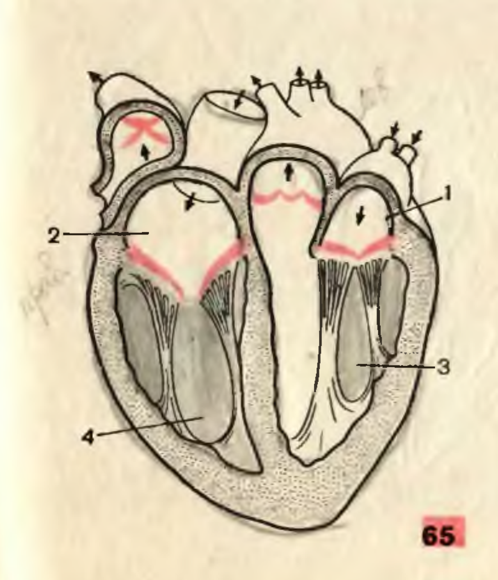
IV. КРОВООБРАЩЕНИЕ

17. ДВИЖЕНИЕ КРОВИ И ЛИМФЫ В ОРГАНИЗМЕ

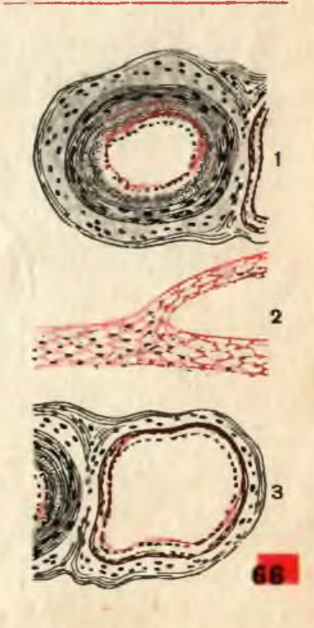
Значение кровообращения. Своими сокращениями сердце проталкивает кровь по кровеносным сосудам и обеспечивает ее непрерывное движение. Стоит сердцу остановиться — и сразу же наступает смерть. Это происходит потому, что прекращается доставка тканям кислорода и питательных веществ, а также вымывание из органов продуктов распада. Кровь выбрасывается сердцем в сосуды, пробегает по кровяному руслу и возвращается в сердце, которое опять проталкивает ее по сосудистой сети. *Движение крови в организме называется кровообращением.*

Органы кровообращения. У человека, как и у млекопитающих животных, сердце разделено сплошной перегородкой на две не сообщающиеся друг с другом части — левую и правую (рис. **65**). Так как у сердца, изображенного на рисунке, срезана передняя стенка и оно расположено напротив вас, вы видите левую его часть с правой стороны рисунка, а правая видна с его левой стороны. В свою очередь, каждая часть сердца разделена на два сообщающихся друг с другом отдела: верхний — *предсердие* (*1* и *2*) и нижний — *желудочек* (*3* и *4*). Таким образом, сердце и у человека, и у млекопитающих животных четырехкамерное: оно состоит из двух предсердий и двух желудочков.

Кровеносные сосуды пронизывают все наше тело. По строению они неодинаковы. *Артерии* (рис. **66**, *1*) — это сосуды, по



65



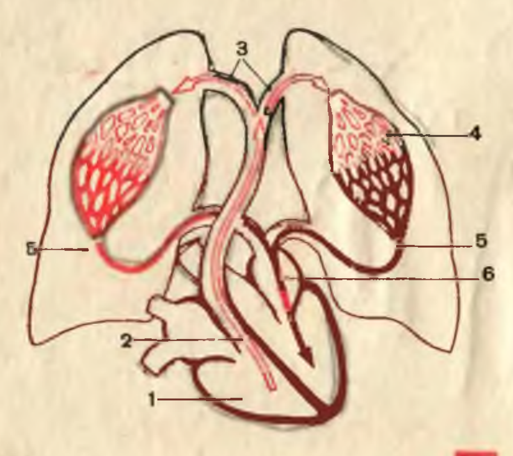
66

которым кровь движется от сердца. Они имеют плотные упругие стенки. Такое строение артерии соответствует их функциям: сокращаясь, сердце выбрасывает в артерии кровь под большим давлением. Благодаря плотности и упругости стенок артерии выдерживают это давление и несколько растягиваются.

От сердца отходят крупные артерии. По мере удаления от него происходит их ветвление. Самые мелкие артерии распадаются на тончайшие *капилляры*. Сеть их так густа, что если уколоть тончайшей иглой любой участок тела, то некоторые из них окажутся разрушенными и выступит капелька крови

Капилляры очень тонки, тоньше человеческого волоса в десятки раз. Их стенки образованы одним слоем плоских клеток (*2*). Сквозь эти стенки вещества, растворенные в плазме крови, просачиваются в тканевую жидкость, а из нее попадают в клетки. Продукты жизнедеятельности клеток проникают сквозь стенки капилляров из тканевой жидкости в кровь. Обмен между кровью и тканями происходит на всем протяжении капилляров, а оно огромно Если бы было можно уложить все капилляры из тела одного человека концом к концу по одной линии, то длина линии достигла бы приблизительно 100 000 км, т е. ею можно было бы опоясать земной шар по экватору 2½ раза. Из капилляров кровь собирается в *вены* — сосуды, по которым она движется к сердцу. Давление крови в венах невелико В связи с этим их стенки значительно тоньше и мягче, чем у артерий *(3)*.

Какой же путь проходит кровь при кровообращении? Проследим его по рисункам 67 и [illegible] и по цветной таблице II.

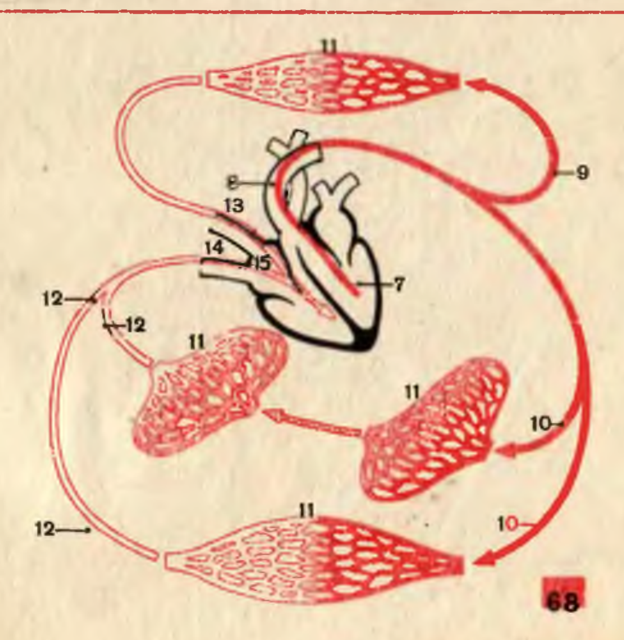


67

Малый круг кровообращения (рис. 67). В правую часть сердца попадает только венозная, бедная кислородом кровь. Сокращаясь, правый желудочек *(1)* выбрасывает кровь в легочную артерию *(2)*. По двум ветвям *(3)*, на которые делится легочная артерия, кровь направляется в легкие. В легких ветви распадаются на все более мелкие артерии и переходят в капилляры *(4)*, густо оплетающие многочисленные легочные пузырьки, куда все время поступает атмосферный воздух. Когда кровь течет по капиллярам легких, кислород воздуха вступает в нестойкое соединение с гемоглобином эритроцитов. *В капиллярах легких венозная кровь превращается в артериальную.* Одновременно с насыщением крови кислородом она отдает углекислый газ в воздух, заполняющий легкие. Затем кровь собирается в вены. Сливаясь друг с другом, они образуют четыре (на схемах показаны две из них) легочные вены *(5)*, впадающие в левое предсердие *(6)*. *Путь крови от правого желудочка через капилляры легких до левого предсердия называется легочным или малым кругом кровообращения.*

Из левого предсердия кровь попадает в левый желудочек, откуда начинается большой круг кровообращения.

Большой круг кровообращения (рис. 68 и цвет. табл. II). Левый желудочек *(7)*, сокращаясь, выбрасывает кровь в аорту *(8)* — самую крупную артерию нашего тела. От нее у самого выхода из сердца ответвляются артерии, одни из которых снабжают кровью сердечную мышцу, а другие несут кровь к шее, голове, рукам *(9)*. В грудной и брюшной полостях от аорты ответвляются более мелкие артерии к органам туло-



68

вища. Далее от нее отходят ветви *(10)*, снабжающие кровью внутренние органы нижней части брюшной полости и нижние конечности. В каждом органе происходит постепенное ветвление артерий, и они переходят в густые капиллярные сети *(11)*. *Продвигаясь по капиллярам большого круга кровообращения, кровь омывает все ткани, отдает им кислород и при этом превращается из артериальной в венозную.* Здесь же происходит всасывание в кровь питательных веществ из кишечника, отдача ею этих веществ тканям, а также насыщение крови углекислым газом и другими продуктами жизнедеятельности клеток. Капилляры сливаются в вены, сначала мелкие, а затем постепенно укрупняющиеся *(12)*. Из них вся кровь собирается в две большие вены. *Верхняя полая вена (13)* несет в сердце кровь от головы, шеи, рук, а *нижняя полая вена (14)* — от всех остальных частей тела. Обе полые вены впадают в правое предсердие *(15)*.

Путь крови от левого желудочка через артерии, капилляры и вены всех органов тела до правого предсердия называется большим кругом кровообращения. Венозная кровь из правого предсердия попадает в правый желудочек, откуда вновь направляется по малому кругу кровообращения и т. д.

Лимфообращение. Лимфа, как и кровь, непрерывно движется. Движение лимфы получило название *лимфообращения.* Как же оно осуществляется?

Вы знаете, что лимфа образуется из тканевой жидкости и несколько отличается от нее по составу. В лимфе содержится больше продуктов жизнедеятельности клеток, чем в тканевой жидкости. Образование лимфы из тканевой жидкости происходит в *лимфатических капиллярах*, которые начинаются в межклеточных пространствах (см. рис. 57 на с.54). Оттуда она собирается в *лимфатические сосуды*, которые постепенно укрупняются, сливаясь друг с другом. В конце концов лимфа собирается в два *лимфатических протока* (цвет. табл. II, *16*), которые впадают в вены большого круга кровообращения. Таким образом лимфа попадает в кровь. Лимфатические сосуды образуют в теле густую сеть (рис. [redacted]).

Лимфатические узлы. Болезнетворные микробы, попавшие в какой-нибудь орган, могут проникнуть в лимфу. Если бы микробы попали с нею в кровь, то это привело бы к общему заражению организма. Но лимфа освобождается от микробов в *лимфатических узлах* (см. рис. 62 на с.61 и рис. 69), которые представляют собой утолщения на лимфатических сосудах. Чаще всего такие узлы находятся в местах слияния лимфатических сосудов. Вы уже знаете, что лимфатические узлы выполняют функцию кроветворения: в них образуются лейкоциты. Когда в лимфатический узел попадают болезнетворные микробы, лейкоциты их уничтожают.

Иногда увеличенные лимфатические узлы можно прощупать у себя, например, на шее. Их часто называют железками.

■ *Кровообращение. Артерии. Капилляры. Вены. Малый круг кровообращения. Большой круг кровообращения. Лимфообращение. Лимфатические узлы.*

? 1. Из каких отделов состоит сердце? 2. Каковы особенности строения артерий, вен и капилляров? 3. Какова связь строения кровеносных сосудов с их функциями? 4. Как изменяется кровь в малом круге кровообращения? 5. Как изменяется кровь в большом круге кровообращения?

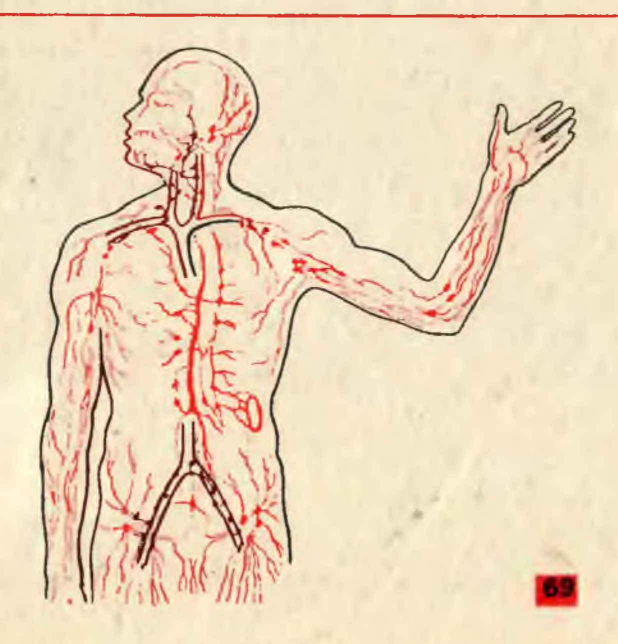
! 1. По каким венам течет артериальная кровь? 2. По каким артериям течет венозная кровь? 3. Почему, когда нарывает палец на руке, иногда распухают лимфатические узлы под мышкой?

▲ Проследите по схеме кровообращения на цветной таблице II: а) какой путь проходит кислород по кровяному руслу от легких до потребляющих его органов (например, до головного мозга); б) какой путь по кровяному руслу проходит углекислый газ от органов, где он образуется (например, от мышц ноги), до легких, через которые он удаляется из организма.

18. СЕРДЦЕ

Строение сердца. Сердце находится в грудной полости несколько слева.

Плотная *околосердечная сумка*, одевающая сердце снаружи, образована соединительной тканью. Внутренняя поверхность околосердечной сумки выделяет жидкость, увлажняющую сердце снаружи и уменьшающую трение при его сокращениях.



69

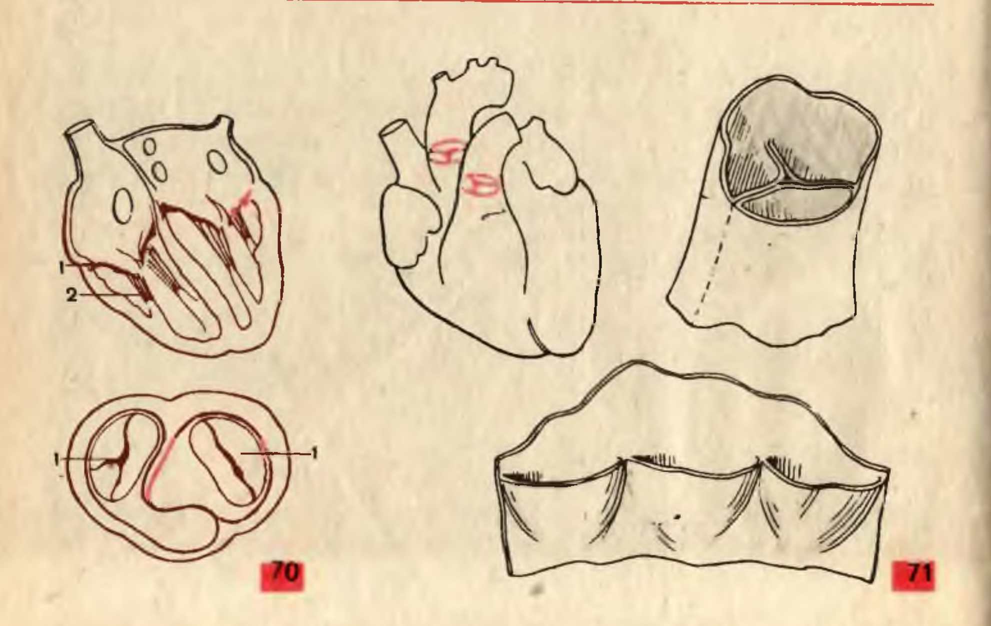
Сердце — это мышечный орган. Наружная и внутренняя его поверхности покрыты соединительной тканью. На рисунке 67 легко увидеть, что у предсердий стенки гораздо тоньше, чем у желудочков. Особенной толщиной отличается мышечная стенка левого желудочка. С чем же связано это различие?

Работа, совершаемая предсердиями, сравнительно невелика. При их сокращении кровь выбрасывается в желудочки. Они совершают значительно бóльшую работу. проталкивают кровь по всей длине кругов кровообрашения. Особенно велика работа мышцы левого желудочка. Сокращаясь, она проталкивает кровь по сосудам большого круга.

Особенности сердечной мышцы. Мышцы большинства внутренних органов образованы гладкой мышечной тканью. Исключение составляет сердечная мышца. Ее волокна поперечно исчерчены. Этим они напоминают волокна скелетных мышц.

Другая особенность сердечной мышцы связана с ее способностью ритмически сокращаться независимо от внешних раздражений. Это явление получило название *автоматии сердца.*

Сердце лягушки, удаленное из организма и помещенное в физиологический раствор, продолжает сокращаться в течение нескольких часов. Если через сосуды сердца, извлеченного из тела только что умершего млекопитающего животного или человека, пропускать подогретый питательныи раствор, близкий по составу к крови, то оно начнет сокращаться. Чем же это объясняется? Установлено, что в сердечной мышце есть особые клетки, в которых периодически возникают возбуждения,



передающиеся на мышечные стенки обоих предсердии, а затем на желудочки. Поэтому отделы сердца сокращаются последовательно — сначала предсердия, а потом желудочки.

Сердечные клапаны. В каждой части сердца находится отверстие, соединяющее предсердие с желудочком. На краях этих отверстий видны соединительнотканные створки клапанов сердца (рис. 70, *1*). От створок отходят сухожильные нити (*2*), которые врастают другим концом в стенки желудочков. Створки с отходящими от них нитями образуют *створчатые клапаны* сердца.

У выхода аорты и легочной артерии из желудочков сердца находятся *полулунные клапаны*. Они имеют вид кармашков, расположенных на внутренних стенках этих кровеносных сосудов. Клапаны обращены дном к желудочкам сердца (рис 71).

Во время сокращения предсердий створки клапанов свисают внутрь желудочков. Поэтому кровь свободно проходит в них из предсердий через открытые отверстия. Когда сокращаются желудочки, находящаяся в них кровь нажимает на створки клапанов, поднимает их, и они захлопываются. Натяжение сухожильных нитей не позволяет сомкнувшимся створкам вывернуться в сторону предсердий. Поэтому кровь не может в них возвратиться. Она выталкивается в аорту и легочную артерию. При этом кровь прижимает полулунные клапаны к стенкам этих сосудов и свободно проходит в них. Во время расслабления желудочков кровь не может вернуться в сердце: этому препятствуют полулунные клапаны. Стоит крови направиться к желудочкам, как она затекает в кармашки, растягивает их, и они плотно смыкаются. *Сердечные клапаны обеспечивают движение крови в одном направлении: из предсердий в желудочки, а из желудочков в артерии.*

■ *Автоматия сердца. Створчатые клапаны серд*
Полулунные клапаны.

? 1. Какие отделы сердца сообщаются между собой? 2. Какие артери
от сердца? 3. Какие вены впадают в сердце? 4. Каково строен
сердца? 5. Почему кровь не возвращается из желудочков в пре
6. Почему кровь не возвращается из артерий в желудочки?

! Как нарушается движение крови при нвкоторых заболевания
сердца), когда створчатые или полулунные клапаны не смыкают

19. РАБОТА СЕРДЦА

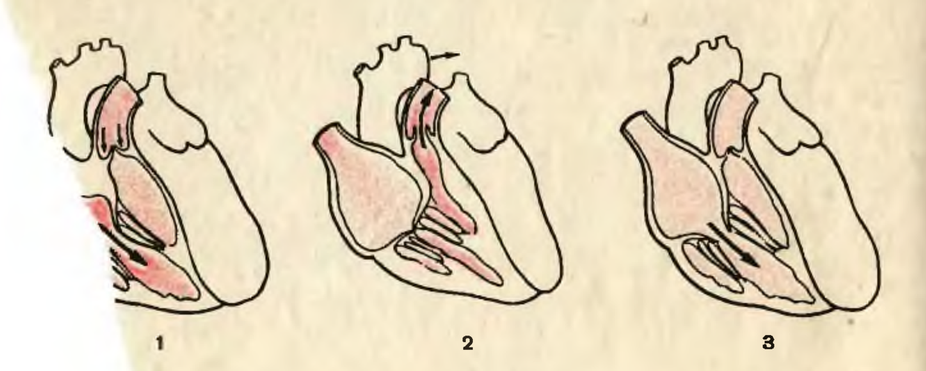
Сердечный цикл. Сокращения сердца ритмичны
нии относительного покоя сердце сокращается
70—75 раз в 1 мин. Сокращение обоих предсердий (

длится около 0,1 с. В это время вся кровь попадает из них в желудочки. Затем предсердия расслабляются, а оба желудочка сокращаются и выбрасывают кровь в аорту и легочную артерию. Сокращение желудочков *(2)* продолжается приблизительно 0,3 с, а затем они расслабляются, и в течение последующих 0,4 с вся сердечная мышца находится в расслабленном состоянии: наступает общее расслабление сердца *(3)*.

Деятельность сердца представляет собой ритмическую смену сердечных циклов, каждый из которых состоит их трех фаз: сокращения предсердий, сокращения желудочков и общего расслабления сердца.

На первый взгляд кажется удивительным, как сердце, этот маленький орган, объем которого не превышает объема кулака, а масса составляет примерно 300 г, может работать в течение десятилетий без отдыха и непрерывно снабжать все органы кровью. Работа одних только желудочков сердца за сутки равна примерно 170—180 тыс. кДж. Такую работу совершает, например, подъемный кран, поднимая груз, равный 1 т, на высоту пятиэтажного здания. Почему же при такой напряженной и, казалось бы, непрерывной работе в мышце нормально функционирующего сердца не развивается утомление? Почему она не теряет работоспособности?

Причину этого явления вы поймете, если вспомните, как влияет на работу мышц ритмичное чередование сокращений и расслаблений (см. с. 46—47). Длительность всего сердечного цикла составляет примерно 0,8 с. На общее расслабление сердца приходится около 0,4 с. Такой отдых в промежутках между



72

сокращениями достаточен, для того чтобы работоспособность сердечной мышцы все время восстанавливалась.

Частота сердечных сокращений может увеличиваться и уменьшаться. Наряду с частотой изменяется и их сила. Когда работа сердца ускоряется, а сила его сокращений увеличивается, сердце выбрасывает в сосудистую систему больше крови в единицу времени. Замедление и ослабление деятельности сердца приводят к уменьшению количества крови, поступающей в кровеносные сосуды организма. Вот почему снабжение всех органов тела кровью может изменяться.

Нервная регуляция сердечной деятельности. Изменения сердечной деятельности зависят от условий, в которых находится организм. Большую роль в этом играет нервная система. Рассмотрим некоторые примеры влияния нервной системы на деятельность сердца.

Когда во время купания мы входим в холодную воду, в первое мгновение у нас «замирает» сердце. Такое ощущение вызывается тем, что сердечная деятельность на несколько секунд очень сильно замедляется. Чем же это вызывается?

Раздражение холодом вызывает в рецепторах кожи возбуждение. Оно проводится по отросткам центростремительных нейронов, находящихся в нервах, которые направляются от кожи к центральной нервной системе. Оттуда по центробежным нейронам возбуждение проводится к сердцу. Это вызывает замедление сердечных сокращений. Таков один из рефлексов, благодаря которому деятельность сердца приспосабливается к изменяющимся условиям окружающей среды.

К сердцу подходят две пары центробежных нервов. Опыты показали, что при раздражении одной из них работа сердца ускоряется и усиливается. Раздражение другой пары нервов ведет к замедлению и ослаблению сердечной деятельности.

Гуморальная регуляция деятельности сердца. Наряду с нервной системой на деятельность сердца оказывают влияние и особые вещества, вырабатываемые некоторыми органами нашего тела. Эти вещества поступают в кровь и действуют на сердце через ее посредство. Таков адреналин, который образуется в надпочечниках (см. рис. 8 на с.10). Под его влиянием сердечные сокращения учащаются и усиливаются. Действие некоторых других веществ, образующихся в организме и поступающих в кровь, ослабляет и замедляет сокращения сердца.

И те и другие вещества в наши дни изготавливаются фармацевтической промышленностью и используются для восстановления нормального сердечного ритма у больных.

Таким образом, деятельность сердца регулируется не только нервной системой. Характер его работы зависит и от химических воздействий определенных веществ, приносимых кровью. Такая регуляция получила название *гуморальной*. Ускорение и усиление сердечной деятельности при физическом труде

осуществляется в основном рефлекторно. Но энергичная работа скелетных мышц повышает образование в организме адреналина. Действуя на сердце через кровь, он способствует увеличению частоты и силы сердечных сокращений.

Нервная и гуморальная регуляция совместно обеспечивают очень точное приспособление деятельности сердца к потребностям организма и условиям окружающей среды.

■ *Сердечный цикл. Нервная регуляция сердечной деятельности. Гуморальная регуляция сердечной деятельности.*

? 1. Почему сердце работает в течение всей жизни без заметного утомления? 2. От чего зависят изменения силы и частоты сердечных сокращений при различных состояниях организма? 3. Какое значение имеют для организма изменения силы и частоты сердечных сокращений?

! Как изменится работа сердца животного, если у него перерезать пару нервов, замедляющих и ослабляющих сердечную деятельность? А что произойдет после перерезки у другого животного только второй пары центробежных нервов сердца?

▲ Перечертите в тетрадь табличку:

Сердечный цикл

Фаза	Предсердия	Желудочки	Длительность фазы (в с)
I			
II			
III			

1. Заполните табличку, проставив в пустых графах слова «сокращение» и «расслабление» в зависимости от того, в каком состоянии находятся предсердия и желудочки во время данной фазы. В последней вертикальной графе проставьте цифры, показывающие длительность каждой фазы. 2. Пользуясь табличкой, подсчитайте самым простым способом, без письменных вычислений: а) какое количество часов в течение суток приходится на сокращение предсердий; б) какое количество часов в течение суток приходится на сокращение желудочков; в) сколько часов в течение суток занимает общее расслабление сердечной мышцы. Сделайте вывод из результатов вычислении.

20. ДВИЖЕНИЕ КРОВИ ПО СОСУДАМ

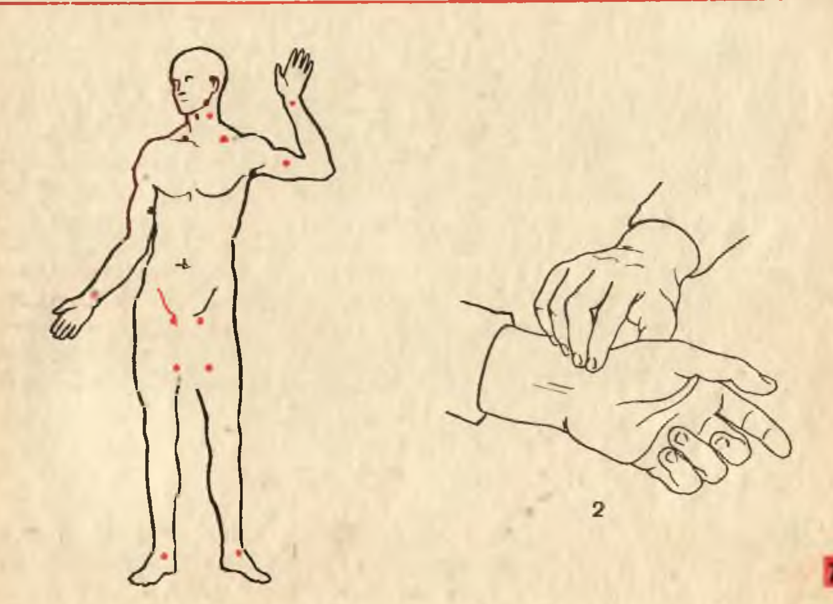
Пульс. В тех местах тела (рис. 73, *1*), где крупные артерии лежат близко к его поверхности, например на внутренней стороне запястья, на висках, по бокам шеи, прощупываются ритми-

ческие колебания, называемые *пульсом (2)*. Некоторые думают, будто пульс вызывается прохождением отдельных порций крови по артериям. Это неверно. Наибольшая скорость движения крови в нашем организме не превышает 0,5 м/с, а пульсовая волна распространяется по артериям со скоростью до 10 м/с. Какой же причиной вызывается пульс?

Кровь выбрасывается из левого желудочка под большим давлением. При каждом сокращении желудочка она с силой ударяется об упругие стенки аорты и растягивает их. Тогда в них возникает волна колебаний, которая быстро распространяется по стенкам артерий. Значит, каждый удар пульса соответствует одному сердечному сокращению. Вот почему число сокращений сердца в 1 мин удобнее всего определять у человека путем подсчета его пульса.

Кровяное давление. В различных участках кровяного русла давление крови неодинаково. Оно создается силой сокращений желудочков сердца. Поэтому кровяное давление в артерии тем выше, чем ближе к сердцу она находится. При движении крови по сосудистой системе кровяное давление постепенно понижается. Это явление объясняется тем, что кровь — вязкая жидкость. Когда она движется по сосудам, в ней возникает трение. Преодолевая его, кровь постепенно затрачивает давление, сообщенное ей сокращениями желудочков сердца.

Разность давления в различных участках кровеносной системы обеспечивает непрерывный ток крови по сосудам, так как она постоянно стремится оттуда, где давление ее выше, туда, где оно ниже

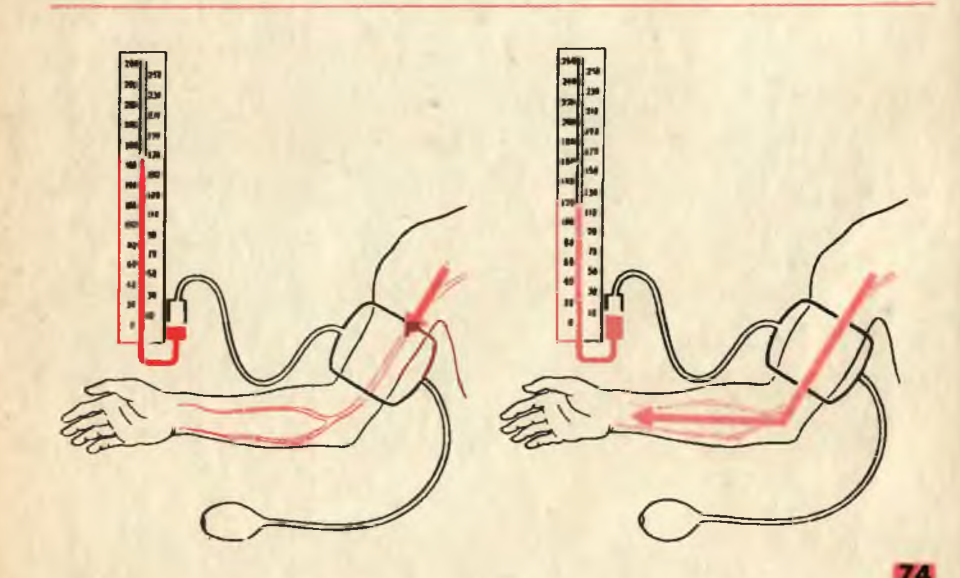


Кровяное давление наиболее высоко в аорте. По мере продвижения крови по артериям оно постепенно уменьшается. Особенно резко оно падает в мельчайших веточках артерий. В капиллярах и венах давление крови продолжает понижаться, достигая наименьшей величины в верхней и нижней полых венах.

Удобнее всего измерять кровяное давление в плечевой артерии руки человека (рис. **74**). У здоровых нестарых людей, находящихся в состоянии относительного покоя, оно равно примерно 120 мм рт. ст. по манометру. Надев на плечо испытуемого резиновую полую манжету, в нее нагнетают воздух до тех пор, пока плечевая артерия не окажется сдавленной настолько, что кровь по ней перестанет проходить. Затем постепенно выпускают воздух из манжеты. В тот момент, когда кровь начнет проходить через плечевую артерию, кровяное давление равно давлению воздуха в манжете.

Кровяное давление у здорового человека сохраняется примерно на одинаковом уровне. Это осуществляется путем *саморегуляции кровяного давления.* Стоит ему повыситься, как раздражаются специальные рецепторы, расположенные в стенках кровеносных сосудов. Это вызывает рефлекторное их расширение, а также замедление и ослабление сердечной деятельности, вследствие чего кровяное давление возвращается к норме.

Наоборот, понижение давления крови в сосудистой системе рефлекторно влечет за собой сужение кровеносных сосудов и увеличение интенсивности деятельности сердца



74

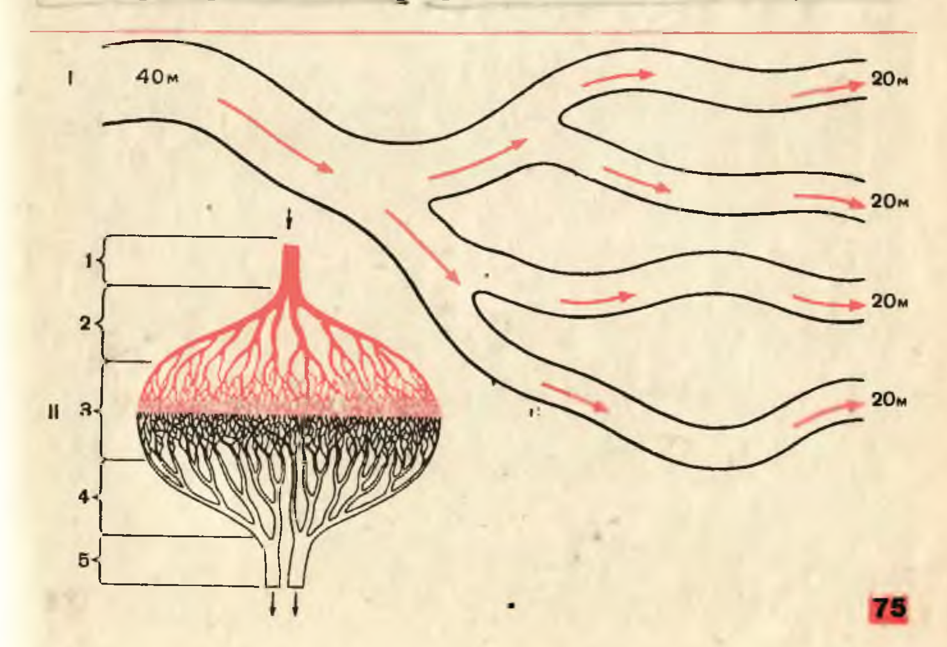
Так осуществляется саморегуляция кровяного давления.

Значительные хронические отклонения кровяного давления от нормы свидетельствуют о заболевании. При гипертонии кровяное давление выше нормального, а при гипотонии — ниже нормы.

Скорость тока крови. Кровь течет по различным кровеносным сосудам с разной скоростью. Быстрота ее движения по сосудам зависит от общей ширины кровяного русла. Там, где оно у́же, скорость тока крови больше, а в самых широких его местах она становится наименьшей. Чтобы понять это, вспомним, как изменяется быстрота течения реки в зависимости от ширины ее русла. Если оно узкое, вода бежит быстро, а разливаясь на равнине, течет медленно. Представим себе, что река шириной 40 м разделилась, не изменяя глубины, на два рукава шириной по 20 м каждый. Тогда скорость течения в них останется такой же, как в реке до ее разветвления. Это и понятно: сумма сечений обоих протоков остается равной сечению реки до ее разделения на рукава.

Рассмотрим другой случай (рис. **75**, *I*). Река шириной 40 м разветвляется на четыре рукава той же глубины, шириной по 20 м. Тогда общая их ширина достигнет 80 м, а значит, сечение станет вдвое бóльшим, чем до разделения. Поэтому скорость течения в рукавах замедлится вдвое, хотя каждый из них в отдельности у́же реки.

Теперь нетрудно понять, как изменяется скорость движения крови в кровяном русле (рис. 75, *II*). В аорте *(1)* она наибольшая — примерно 0,5 м/с. Артерии постепенно ветвятся, и, хотя



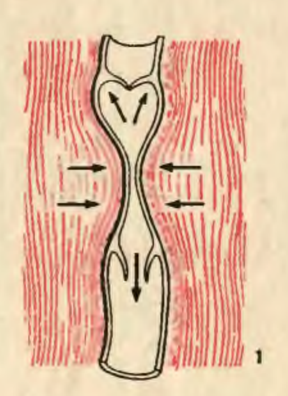
75

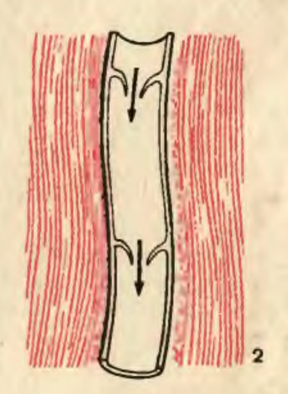
просветы каждой из них становятся все уже, число их так возрастает, что общая ширина кровяного русла значительно увеличивается *(2).*

Капиллярная сеть в нашем теле настолько разветвлена, что ширина всех этих тончайших сосудов вместе в 600—800 раз превышает просвет аорты *(3).* Вот почему скорость движения крови в капиллярах очень мала. Она равна примерно 0,5—1,2 мм/с. Благодаря этому кровь успевает отдавать клеткам тела кислород и питательные вещества, а также насыщаться продуктами жизнедеятельности клеток.

Капилляры собираются в вены, и общая ширина кровяного русла постепенно уменьшается *(4).* Поэтому движение крови в венах по мере приближения к сердцу становится все более быстрым. Просветы каждой из двух полых вен по величине близки к просвету аорты *(5).* Значит, скорость тока крови в них вдвое меньше, чем в аорте. *Вот почему в единицу времени к сердцу по обеим полым венам притекает столько же крови, сколько выбрасывается им в аорту.*

Особенности движения крови по венам. Вы уже знаете, что стенки вен значительно тоньше и мягче стенок артерий. Поэтому движению крови по венам способствует деятельность окружающих скелетных мышц. Попеременно сокращаясь и расслабляясь, эти мышцы то сдавливают вены, суживая их просвет (рис. **76**, *1*), то дают им расправиться *(2).* Благодаря этому кровь продвигается по венам к сердцу. Движение ее в противоположном направлении невозможно. Этому препятствуют кармановидные клапаны, напоминающие полулунные клапаны





76

сердца. Клапаны, расположенные внутри вен, направлены отверстиями к сердцу. Поэтому ток крови, движущейся к нему, прижимает кармашки клапанов к стенкам сосудов. Но стоит крови изменить свое направление, как она заполняет кармашки, которые закрывают просветы вен. Поэтому кровь не может устремиться по ним в обратном направлении.

Иногда человек в связи со своей профессией вынужден в течение всего рабочего дня неподвижно стоять на ногах, например, у станка. Это может вызвать профессиональное заболевание — расширение вен нижних конечностей: ведь при такой рабочей позе в ногах не происходит чередования сокращений и расслаблений мышц, что приводит к застою крови в венах ног. Но система специально разработанных упражнений мышц нижних конечностей позволяет предотвратить такое профессиональное заболевание.

Условия движения лимфы по лимфатическим сосудам сходны с условиями движения крови по венам. Мягкость стенок лимфатических сосудов, а также наличие в них кармановидных клапанов облегчают постоянный отток лимфы по направлению к кровеносным сосудам, куда в конце концов попадает лимфа.

Перераспределение крови в организме. Усиленно функционирующий орган потребляет много кислорода и питательных веществ. В это время через него проходит гораздо больше крови, чем тогда, когда его деятельность относительно невелика. Таким образом, в организме все время происходит *перераспределение крови*: через одни органы ее протекает больше, а через другие — меньше, в зависимости от их потребностей в данный момент. Об этом свидетельствует опыт с весами, о котором вы узнали из статьи «Значение тренировки мышц» (см. с. 48—49). Благодаря перераспределению крови в организме интенсивная работа одного из органов тела не вызывает сколько-нибудь значительного увеличения частоты и силы сокращений сердца.

Каким образом происходит постоянное изменение снабжения отдельных органов кровью?

Стоит возрасти работе какого-либо органа, как в нем произоидет расширение мелких кровеносных сосудов. Поэтому он будет обильнее снабжаться кровью. При незначительной работе органа просветы находящихся в нем сосудов суживаются. Тогда количество притекающей к нему крови значительно уменьшается.

Нервная и гуморальная регуляции величины просветов кровеносных сосудов. В изменении кровоснабжения органов большую роль играют рефлексы. Особенно наглядно это проявляется в скелетных мышцах (см. с.49). К кровеносным сосудам, пронизывающим их, подходят сосудосуживающие нервы. Когда возбуждение проводится по ним в мышцу, просветы сосудов уменьшаются Расширение кровеносных сосудов вызывается торможением, возникающим в нейронах, отростки которых входят в сосудосуживающие нервы

Совместно с нервной системой на величину просветов кровеносных сосудов оказывают гуморальное воздействие вещества, приносимые кровью. К числу таких веществ относится и знакомый уже вам адреналин. Под его действием кровеносные сосуды большинства органов суживаются.

■ *Пульс. Кровяное давление. Саморегуляция кровяного давления. Скорость тока крови. Кармановидные клапаны. Перераспределение крови. Сосудосуживающие нервы.*

? 1. Чем вызывается пульс? 2. Почему по мере удаления от сердца давление крови постепенно уменьшается? 3. Какое значение имеет разница давления крови в различных участках сосудистой системы? 4. По каким сосудам кровь движется медленнее всего и какое это имеет значение? 5. Как и почему изменяется снабжение кровью мышц при переходе от покоя к работе и наоборот?

! В чем проявляется соответствие строения артерий, вен и капилляров выполняемым ими функциям?

21. ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ КРОВОТЕЧЕНИЯХ

Вы знаете, что по сети кровеносных сосудов человека циркулирует около 5 л крови. При повреждении стенок сосудов кровь начинает вытекать из них. Потеря около 2—2,5 л крови смертельна для человека. При резком уменьшении ее количества снижается кровяное давление в сосудах. Это приводит к расстройству кровообращения. Нарушается снабжение кислородом головного мозга — органа, который играет важнейшую роль в регуляции всех жизненных функций человеческого тела. В результате может наступить смерть. Поэтому каждый человек должен уметь в случае необходимости оказать первую помощь при кровотечении.

Кровотечения бывают трех видов: капиллярные, венозные и артериальные.

Капиллярные кровотечения возникают при любом, даже незначительном поранении. Поскольку кровь движется по капиллярам медленно и под невысоким давлением, такое кровотечение легко остановить. Сгусток, образующийся при свертывании крови, не смывается ее струей и закупоривает просветы поврежденных капилляров.

Оказывая помощь при капиллярном кровотечении, нужно обеззаразить рану иодной настойкой, а затем наложить чистую повязку, желательно марлевую. Повязка защищает организм от проникновения через поранение посторонних частиц, главным образом микроорганизмов, и способствует быстрому свертыванию задерживающейся под ней крови.

Венозные кровотечения возникают при повреждении вен, расположенных близко к поверхности тела. Таких вен в организме довольно много. При венозных кровотечениях свертывание не всегда может предохранить организм от больших потерь крови. Это связано с тем, что в венах скорость тока крови бо́льшая, чем в капиллярах. Быстро вытекая из поврежденной вены, кровь смывает сгустки, образующиеся при свертывании. Вот почему за короткое время человек может потерять очень много крови, а это опасно для жизни.

Чтобы не допустить смерти пострадавшего, необходимо сразу же оказать ему первую помощь.

Чаще всего поранения вен наблюдаются на конечностях. В таких случаях раненую конечность поднимают кверху. Тогда к ней притекает по артериям меньше крови. Поэтому и отток крови от конечности по венам тоже становится меньшим.

Чтобы остановить небольшое венозное кровотечение, достаточно наложить на рану давящую повязку (рис. **77**), которая сжимает мягкие стенки пораненного сосуда и не дает крови вытекать из него. Сразу же после оказания первой помощи пострадавшего необходимо отправить в больницу или поликлинику.

Если повреждена крупная вена, давящая повязка может не остановить кровотечения. В таких случаях поступают так же, как при артериальных кровотечениях.

Артериальные кровотечения встречаются реже, чем венозные, так как лишь немногие крупные артерии подходят близко к поверхности тела. Такие кровотечения особенно опасны для



77

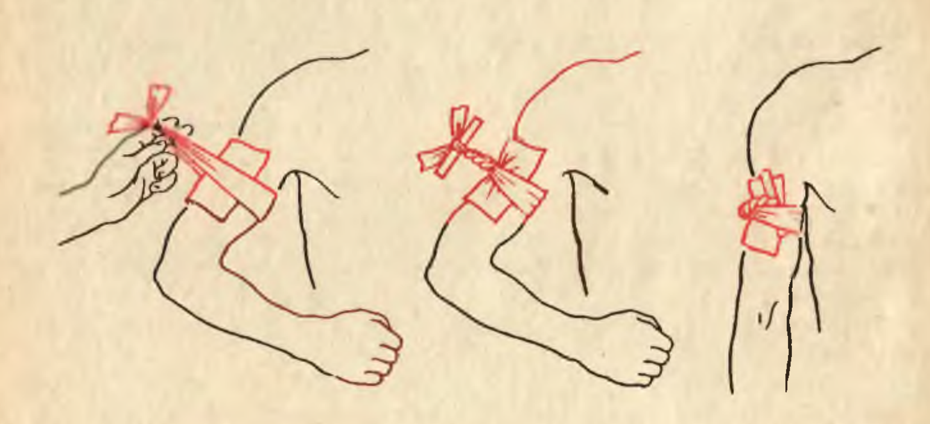
жизни. Сильное артериальное кровотечение распознают по струе ярко-алой крови, вырывающейся фонтаном из раны. Из-за плотности стенок артерии давящая повязка лишь в редких случаях может остановить кровь. Поэтому приходится срочно принимать другие меры.

Прежде всего надо ослабить кровотечение, нажав пальцами на точку, где крупная артерия, несущая кровь к месту ранения, залегает недалеко от поверхности тела. В этих точках, как вы знаете, прощупывается пульс (см. рис. 73, *1*).

При поранении артерии на руке или ноге надо приподнять конечность, чтобы уменьшить приток крови к ране. Затем следует сдавить артерию, приносящую к ней кровь, выше места ранения резиновым или самодельным матерчатым жгутом (рис. **78**).

При несчастных случаях специальные жгуты оказываются под рукой редко, и обычно для оказания первой помощи приходится быстро изготовить самодельный из подручного материала. Как же это делают?

Прежде всего то место, на которое будет наложен жгут, накрывают чистым лоскутом материи или бинтом, чтобы не повредить кожу. Затем свободно обвязывают вокруг этого места какой-нибудь кусок ткани. Между жгутом и конечностью продевают неломкую палочку и поворачивают ее до тех пор, пока он не затянется настолько, что кровь перестанет вытекать из раны. Тогда палочку прибинтовывают к жгуту, а рану перевязывают. Оказав первую помощь, пострадавшего необходимо сразу же отправить в больницу. К жгуту прикрепляют записку



78

с точным указанием времени его наложения. Это очень важно, так как. если снабжение конечности кровью прекратится больше чем на 2 ч начнется омертвение тканей Если пострадавшего в течение этого промежутка времени не удается доставить в больницу. жгут через 2 ч после его наложения ненадолго ослабляют. Когда кровообращение в конечности восстановится, жгут опять затягивают. Людям, потерявшим много крови, вливают консервированную кровь соответствующей группы

■ *Капиллярное кровотечение. Артериальное кровотечение. Венозное кровотечение.*

? 1. Как останавливают капиллярные кровотечения? 2. Каковы меры первой помощи при венозном кровотечении? 3. Почему артериальные кровотечения особенно опасны? 4. Какие меры нужно принять для оказания первой помощи при артериальном кровотечении?

! 1. Почему при артериальных кровотечениях жгуты накладывают на конечности выше места ранения? 2. Чем вызывается омертвение тканей конечности, когда наложенный на нее жгут не ослабляют в течение длительного времени?

▲ 1. Пользуясь рисунком 73, *I*, найдите на себе места, где нужно прижимать крупные артерии при сильном кровотечении. По какому признаку их надо искать? 2. Поупражняйтесь с товарищами в приемах наложения давящей повязки и жгута на конечность. Не оставляйте ее перетянутой в течение длительного времени.

22. ГИГИЕНА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

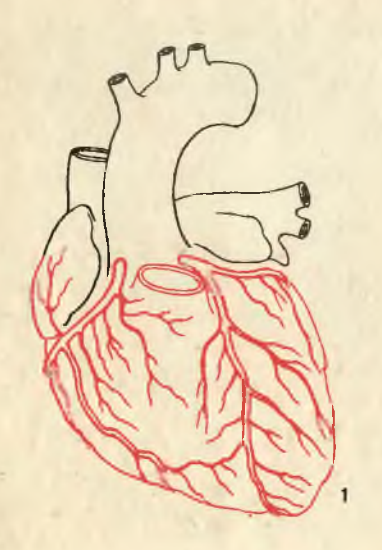
Значение тренировки сердца. Здоровое, сильное сердце — это важное условие нормальной деятельности человеческого организма. Чем больше крови протекает через сосудистую систему за единицу времени, тем обильнее снабжение органов кислородом и питательными веществами, тем больше продуктов жизнедеятельности оттекает от тканей. При физической работе потребность органов в кислороде возрастает. Сердечные сокращения усиливаются и учащаются Такую работу может обеспечить сильная сердечная мышца, способная выбрасывать в кровяное русло большое количество крови. *Чем сильнее сердечная мышца, тем больше крови она может выбрасывать в сосудистую систему за единицу времени.*

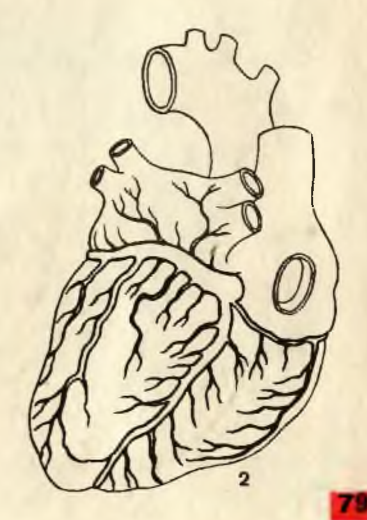
Чтобы быть выносливым, способным к разнообразным видам труда, важно тренировать свое сердце, увеличивать силу его мышцы. Главным условием развития любой мышцы является, как вы знаете, обильное снабжение ее кровью. Как же снабжаются кровью волокна сердечной мышцы?

Сосуды, приносящие кровь в сердечную мышцу, ответвляются от аорты у самого ее выхода из левого желудочка (рис. 79, *1*). В них поступает артериальная кровь. Она омывает волокна мышцы сердца и оттекает от нее по венам *(2).* При усиленной физической работе повышается и сердечная деятельность. Тогда возрастает количество крови, протекающей через мышцу сердца. Если человек регулярно занимается физическим трудом, физкультурой, спортом, то его сердечная мышца изо дня в день получает много питательных веществ и кислорода. Поэтому она постепенно развивается и становится все сильнее.

Сердце тренированного и нетренированного человека. Физический труд, физкультура, спорт одновременно развивают и скелетную мускулатуру, и сердечную мышцу. Чтобы понять, как влияет тренировка на строение сердца, рассмотрите рисунок 80. На нем изображены два сердца в продольном разрезе. Стенки сердца, расположенного с правой стороны рисунка *(2)*, толстые. Особенно толста стенка левого желудочка. Поэтому при энергичной мышечной работе он значительно увеличивает силу своих сокращений и выбрасывает при каждом из них в большой круг кровообращения значительно больше крови, чем при относительном покое организма. Это — сердце тренированного человека. Увеличение снабжения органов кровью происходит у таких людей не столько за счет учащения сердечных сокращений, сколько за счет возрастания их силы.

Сравните сердце тренированного человека с другим сердцем, изображенным слева *(1).* Его стенки значительно тоньше, —





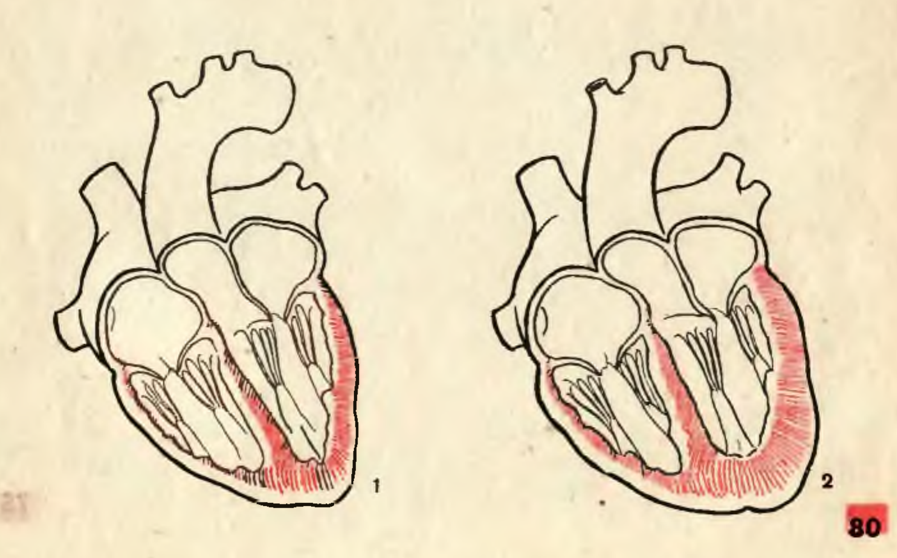
79

значит, и сила их сокращений гораздо меньше. Это — сердце нетренированного человека. Пока такой человек находится в состоянии относительного покоя, работа его сердечной мышцы достаточна для снабжения кровью всех органов. Но когда нагрузка на организм возрастает, сила сокращений сердца может увеличиваться лишь в незначительной степени. Зато они становятся очень частыми. При напряженной мышечной работе, например при продолжительном беге, сердце нетренированного человека может удвоить и даже утроить число сокращений в 1 мин. В сердечной мышце развивается утомление. Ее сокращения становятся все более слабыми, и количество крови, выбрасываемой в сосудистую систему, не в состоянии удовлетворить возросшие потребности организма.

Правила тренировки сердца. Теперь понятно, что заниматься физическим трудом, физкультурой и спортом необходимо не только для развития скелетной мускулатуры, но и для тренировки сердца.

С детства и до старости человек должен начинать свой день с утренней зарядки. Уроки физкультуры в школе, спортивные игры, туристские походы, работа на учебно-опытном участке, в школьных мастерских, выполнение различных работ дома — все это не только развивает скелетную мускулатуру, но и укрепляет сердце.

Людям профессий, не связанных с физическим трудом, необходимо заниматься физическими упражнениями, спортом. Большое значение имеет производственная гимнастика, проводимая на предприятиях и в учреждениях.



80

Особенно полезны физический труд, физкультура и спорт на свежем воздухе. Тогда кровь в большей степени насыщается кислородом.

Но надо помнить, что сердце следует тренировать постепенно. Когда нетренированный человек пытается выполнить очень тяжелую работу или очень сложное физическое упражнение, его сердце не справляется со слишком большой нагрузкой, не обеспечивает скелетную мускулатуру необходимым количеством крови. Непосильная работа приводит и к недостаточному снабжению кровью самой сердечной мышцы: ее потребность в кислороде и питательных веществах не удовлетворяется полностью. Поэтому перегрузка сердца ведет к его ослаблению и может вызвать сердечное заболевание.

У детей и подростков формирование сердечно-сосудистой системы еще не закончилось. Вот почему им особенно опасно перегружать сердце. Продолжительность физического труда должна быть различной для детей разного возраста (рис. [redacted]).

У людей в возрасте 14—16 лет рост сети кровеносных сосудов отстает от роста сердца. Поэтому при усиленной физической работе сердцу приходится затрачивать дополнительные усилия на проталкивание крови через узкие просветы сосудов. В таком возрасте особенно важно не перегружать сердце, строго выполнять указания руководителей трудового обучения, учителей физкультуры.

Если соблюдать в соответствии с возрастом постепенность перехода от легких упражнений и работ к более



81

трудным, от меньшей их длительности к большей, то одновременно с мускулатурой тела будет тренироваться сердечная мышца. Физические упражнения и спортивные игры тоже должны усложняться с возрастом.

Вредное влияние курения и спиртных напитков на сердце и сосуды. Сердечно-сосудистые заболевания особенно часто встречаются у курящих и злоупотребляющих спиртными напитками людей. Таков, например, атеросклероз — болезнь, связанная с изменением кровеносных сосудов и вызывающая серьезные нарушения кровообращения в сосудах сердца. Получая недостаточное количество кислорода и питательных веществ, сердечная мышца начинает перерождаться и частично заменяться соединительной тканью. В результате снабжение организма кровью постепенно ухудшается, что ведет к болезненным изменениям многих его функций.

У людей, которые употребляют алкоголь или курят, чаще, чем у других, возникают спазмы сосудов сердца. Такие спазмы вызывают тяжелые сердечные приступы, во время которых возможна скоропостижная смерть.

Курение и употребление алкоголя вредно влияют и на другие системы органов. Об этом вы узнаете изучая следующие темы

■ *Сосудистая система сердца. Тренировка сердца.*

? 1. Почему каждый человек должен тренировать свое сердце? 2. В чем различие между строением и работой сердца тренированного и нетренированного человека? 3. Как нужно тренировать свое сердце? 4. Почему в возрасте 14—16 лет особенно опасно перегружать сердце? 5. Какое действие оказывают на сердечно-сосудистую систему курение и употребление спиртных напитков?

▲ Раз в неделю подсчитывайте у себя частоту пульса (в 1 мин) до утренней зарядки и после нее. В дневнике самонаблюдений заведите новую страницу и ведите в нем записи по форме:

Влияние тренировки на частоту сердечных сокращений

Дата	Частота пульса до утренней гимнастики	Частота пульса после утренней гимнастики

V. ДЫХАНИЕ

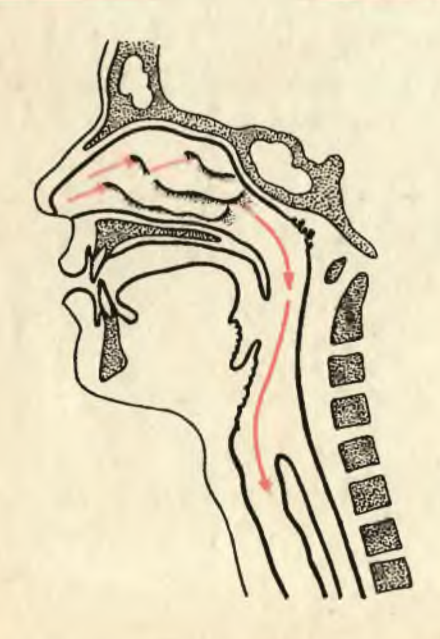
23 ОРГАНЫ ДЫХАНИЯ

Значение дыхания. Растения, животные и человек дышат — поглощают из окружающей среды кислород и выделяют в нее углекислый газ. Какое значение для организма имеет дыхание?

Деятельность любой клетки, ткани, каждого органа связана с расходованием энергии. Ее источником для организма являются распад и окисление органических соединений, непрерывно происходящие в клетках. К числу веществ, образующихся в результате этих процессов, принадлежат углекислый газ и вода. На окислительные процессы затрачивается кислород. Поэтому клетки нуждаются в постоянном его притоке.

Вы знаете, что снабжение клеток кислородом и удаление из них углекислого газа осуществляются кровью. Обмен газов между кровью и атмосферным воздухом происходит в органах дыхания. Познакомимся с их строением.

Носовая полость. Воздух проходит в легкие из окружающей среды через *воздухоносные пути.* Они начинаются *носовой полостью,* которая разделяется костно-хрящевой перегородкой на правую и левую половины. В каждой из них находятся извилистые ходы (рис. 82), которые значительно увеличивают внутреннюю поверхность носовой полости. По ним проходит воздух, проникающий в полость носа через ноздри. К слизистой





82

оболочке, выстилающей носовые ходы, подходит много кровеносных сосудов, и она обильно снабжается кровью, согревающей ее. Поэтому температура воздуха, проходящего через полость носа, даже в сильные холода приближается к температуре тела.

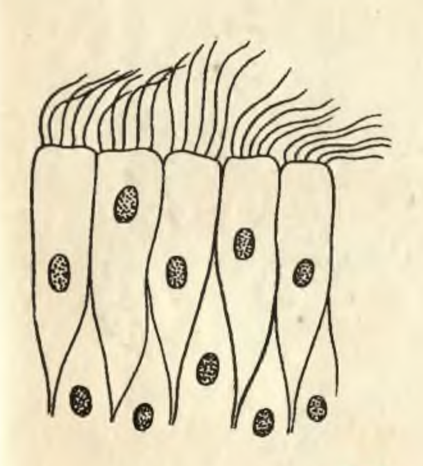
В носовой полости воздух согревается, освобождается от пылинок и микробов, которые оседают на стенках извилистых носовых ходов, прилипая к слизи, выделяемой многочисленными железками слизистой оболочки. Некоторые микроорганизмы, попадающие на нее, болезнетворны. Слизь не только задерживает микробы, но и ослабляет их жизнедеятельность, а некоторые из них убивает.

Вместе с прилипшими к ней частицами слизь непрерывно удаляется из носовой полости. Как же это происходит?

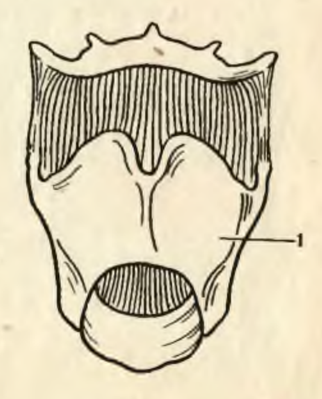
При большом увеличении на поверхности клеток эпителия слизистой оболочки дыхательных путей видны тоненькие выросты цитоплазмы — реснички (рис. 83), находящиеся в постоянном колебательном движении. Эта ткань называется *мерцательным эпителием*. При колебании реснички наклоняются быстро и сильно по направлению к выходу из носовой полости и выносят наружу слизь вместе с прилипшими к ней пылинками и микробами. В обратном направлении реснички наклоняются значительно медленнее и с меньшей силой.

Пройдя через *носовую полость* (цвет. табл. III, *1*), воздух попадает в *носоглотку (2)*, а затем в *гортань (3)*.

Гортань. Основу гортани образуют несколько хрящей. Самый крупный из них — *щитовидный хрящ* (рис. 84, *1*).



83



84

Его легко прощупать у себя на шее. Хрящи соединены между собой мышцами и связками. Через гортань проходит только воздух (рис. 85, *А*). Проглатываемая пища не может в нее проникнуть, так как в момент глотания (рис. 85, *Б*) вход в гортань закрывается *хрящевым надгортанником (1)* и пища проскальзывает в пищевод *(2)*.

Поперек гортани спереди назад натянуты две *голосовые связки* (рис. 86, *1*), между которыми находится *голосовая щель (2)*. Натяжение голосовых связок изменяется благодаря сокращению или расслаблению прикрепленных к ним мышц. При этом голосовая щель может суживаться или расширяться.

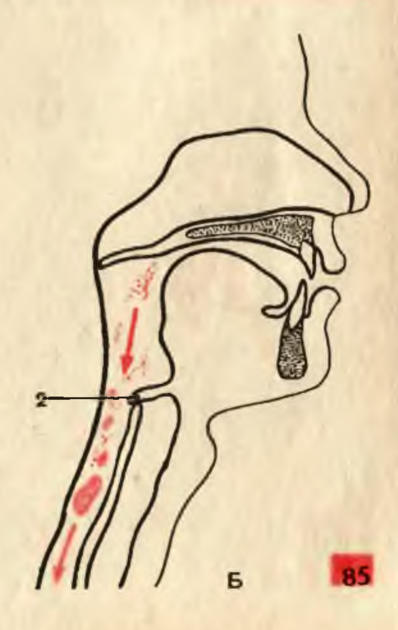
Голосовые связки играют главную роль в образовании голоса. Голос возникает только тогда, когда выдыхаемый воздух проходит через голосовую щель и натянутые связки начинают быстро колебаться.

Голос тем выше, чем больше частота колебаний голосовых связок. Окончательное формирование его звука происходит в полостях глотки, рта и носа.

У млекопитающих животных тоже есть голосовые связки. Но человек, в отличие от животных, обладает членораздельной речью.

Звуки речи человека связаны не только с колебанием голосовых связок. При разговоре мы пропускаем выдыхаемый воздух через ротовую и носовую полости, изменяя положение языка, губ, нижней челюсти. Благодаря этому мы произносим те или иные гласные и согласные звуки.





85

Голосовые связки надо беречь. Слишком громкий голос, неумелое пение, крик — все это ведет к перенапряжению голосовых связок, которые с течением времени болезненно изменяются. В результате голос может стать хриплым, глухим и даже совершенно исчезнуть. Такое же вредное влияние на голосовые связки оказывает и курение.

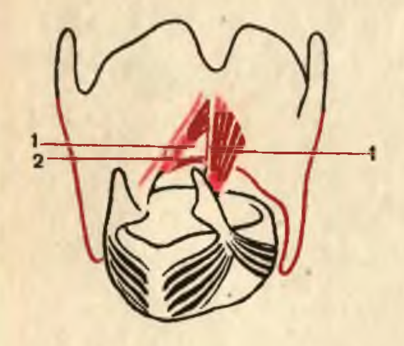
Трахея. Из гортани вдыхаемый воздух проходит в *трахею* (цвет. табл. III, *4*). Просвет ее всегда открыт, и в каком бы положении ни находилось наше тело, воздух свободно проходит через нее, так как в ее стенках находятся хрящевые полукольца, соединенные между собой связками и мышцами. Задняя стенка трахеи прилегает к пищеводу. В ней нет хрящей. Поэтому она мягкая.

Как и предыдущие отделы воздухоносных путей, трахея выстлана мерцательным эпителием, выносящим наружу пыль и микробы.

В стенках двух главных *бронхов (5)*, на которые разделяется трахея, находятся хрящевые кольца, препятствующие сужению их просветов. Главные бронхи входят в правое и левое *легкие.*

Легкие. Каждый из главных бронхов разветвляется подобно дереву. На концах самых мелких бронхиальных веточек *(6)* находятся крохотные *легочные пузырьки (7).* Их очень тонкие соединительнотканные стенки растяжимы. Каждый пузырек заполнен воздухом *(8).* Пузырьки густо оплетены капиллярами малого круга кровообращения *(9).*

Легочные пузырьки образуют губчатую массу, которая заполняет всю грудную полость, за исключением мест, занятых





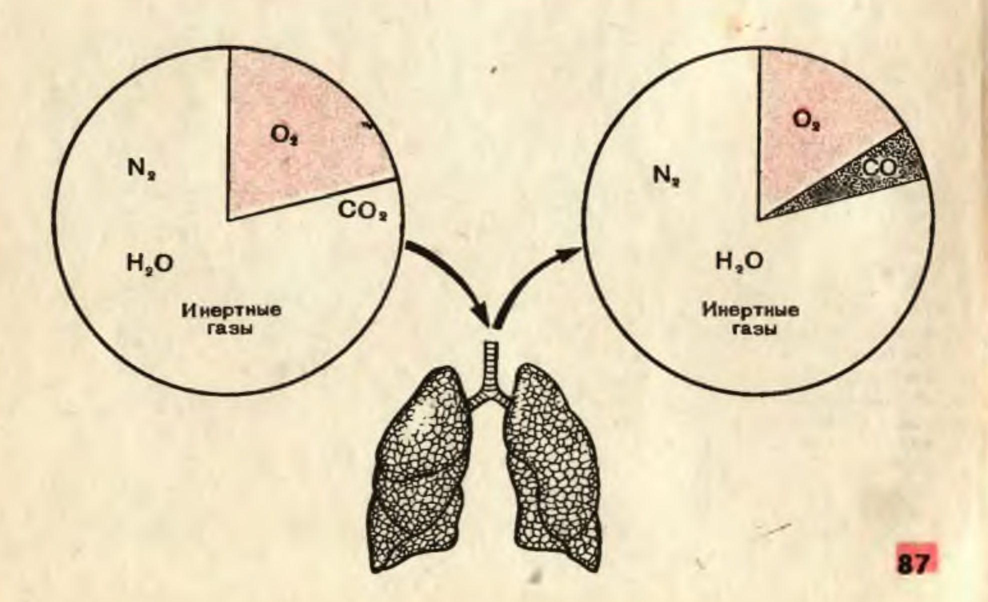
86

сердцем, кровеносными сосудами, воздухоносными путями и пищеводом. Общая поверхность всех легочных пузырьков превышает 100 м^2, т. е. примерно в 50 раз больше поверхности кожи. Поэтому кровь поглощает через их стенки много кислорода и отдает большое количество углекислого газа. Снаружи каждое легкое одето тоненькой соединительнотканной *легочной плеврой (10).* Внутренняя стенка грудной полости выстлана изнутри *пристеночной плеврой (11).* Поверхности обоих плевральных листков очень гладкие, скользкие. Узкое пространство между ними заполнено плевральной жидкостью, уменьшающей трение легких о стенки грудной полости при дыхательных движениях.

■ ***Воздухоносные пути. Мерцательный эпителий. Голосовые связки. Голосовая щель. Легочные пузырьки. Плевра.***

? 1. Что такое дыхание? 2. Какое значение для организма имеет дыхание? 3. Каково строение носовой полости? 4. Какое значение имеет носовая полость? 5. Каково строение гортани? 6. Как происходит образование голоса и звуков речи? 7. Каково строение трахеи и бронхов? 8. Какое строение имеют легкие? 9. В чем проявляется соответствие строения органов дыхания их функциям?

! 1. Почему надо дышать через нос? 2. Какое значение для свободного продвижения пищи по пищеводу имеет отсутствие хрящей в задней стенке трахеи, прилегающей к нему?



24. ГАЗООБМЕН В ЛЕГКИХ И ТКАНЯХ

Изменение состава воздуха в легких. Содержание газов во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе неодинаково (рис. 87).

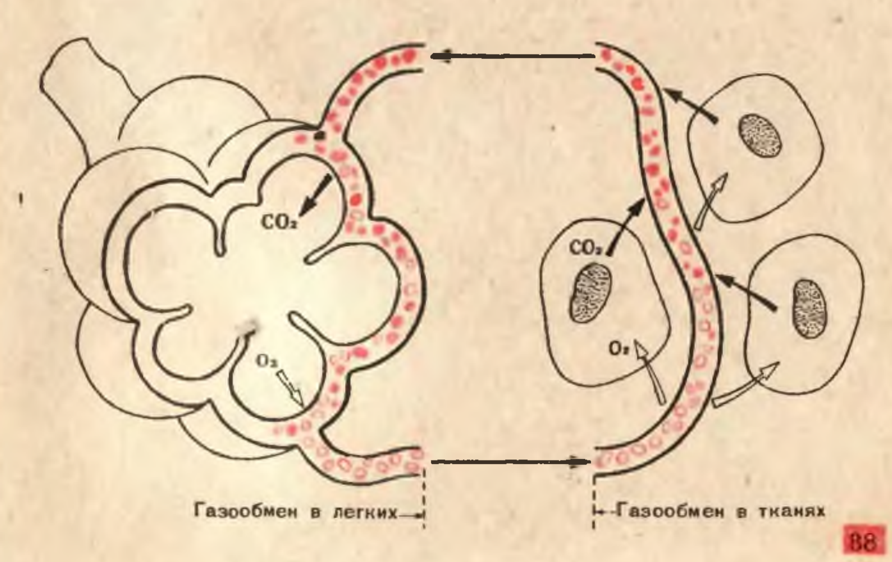
В атмосферном воздухе, проникающем в легкие, содержится почти 21% кислорода, около 79% азота, примерно 0,03% углекислого газа. В нем находится также небольшое количество водяных паров и инертных газов.

Процентный состав выдыхаемого воздуха иной. Кислорода в нем остается всего около 16%, а количество углекислого газа возрастает до 4%. Увеличивается и содержание водяных паров. Только азот и инертные газы в выдыхаемом воздухе остаются в том же количестве, что и во вдыхаемом.

Обмен газов в легких. Насыщение крови кислородом и отдача ею углекислого газа происходят в легочных пузырьках (рис. 88). По их капиллярам течет венозная кровь. Она отделена от воздуха, наполняющего легкие, тончайшими, проницаемыми для газов стенками капилляров и легочных пузырьков.

Концентрация углекислого газа в венозной крови гораздо выше, чем в воздухе, поступающем в пузырьки. Вследствие диффузии этот газ проникает из крови в легочный воздух. Таким образом кровь все время отдает углекислый газ в воздух, постоянно сменяющийся в легких.

Кислород проникает в кровь тоже путем диффузии. Во вдыхаемом воздухе его концентрация гораздо выше, чем в венозной крови, движущейся по капиллярам легких. Поэтому кислород все время проникает в нее. Но тут же он вступает в химическое



88

соединение с гемоглобином, вследствие чего содержание свободного кислорода в крови понижается. Тогда в кровь сразу проникает новая порция кислорода, которая также связывается гемоглобином. Этот процесс продолжается в течение всего времени, пока кровь медленно течет по капиллярам легких. Поглотив много кислорода, она становится артериальной. Пройдя через сердце, такая кровь попадает в большой круг кровообращения.

Обмен газов в тканях. Продвигаясь по капиллярам большого круга кровообращения, кровь отдает клеткам тканей кислород и насыщается углекислым газом. Как же это происходит?

Попадающий в клетки свободный кислород используется на окисление органических соединений. Поэтому в клетках его гораздо меньше, чем в омывающей их артериальной крови. Непрочная связь кислорода с гемоглобином разрывается. Кислород диффундирует в клетки и сразу же используется на окислительные процессы, происходящие в них. Медленно протекая по капиллярам, пронизывающим ткани, кровь вследствие диффузии отдает клеткам кислород. Так происходит превращение артериальной крови в венозную (рис. 88).

При окислении органических соединений в клетках образуется углекислый газ. Он диффундирует в кровь. Небольшое количество углекислого газа вступает в непрочное соединение с гемоглобином. Но бо́льшая его часть соединяется с некоторыми солями, растворенными в крови. Углекислый газ уносится кровью в правую часть сердца, а оттуда — к легким.

Поддержание постоянного состава воздуха. Постоянный состав воздуха в окружающей среде — важное условие, необходимое для жизни организма. Если в воздухе не хватает кислорода, то понижается его содержание и в крови. Это влечет за собой серьезные нарушения жизнедеятельности организма, а иногда и смерть.

Из курса ботаники вы знаете, что зеленые растения на свету поглощают углекислый газ. Этот газ постоянно попадает в воздух в результате дыхания различных организмов, а также процессов горения и гниения. В растениях образуются органические соединения и освобождается кислород, который удаляется в окружающую среду. Вот почему в нижних слоях атмосферы воздух сохраняет постоянный состав. В нормальных условиях воздух всегда содержит необходимое для дыхания количество кислорода. Но на больших высотах, где воздух разрежен, кислорода не хватает. Поэтому в современных самолетах, а также в космических кораблях, летящих в пространство, совсем лишенное кислорода, люди находятся в герметически закрытых кабинах, где поддерживаются нормальный состав и давление воздуха.

В настоящее время советские ученые и конструкторы успешно решают проблему поддержания постоянного состава, а также давления воздуха и в герметически закрытых скафандрах, в

которых космонавты выходят из кораблей в безвоздушное мировое пространство.

В воздухе, которым мы дышим, содержание углекислого газа и водяных паров колеблется в значительно большей степени, чем содержание кислорода. Так, когда мы находимся в помещении с плохой вентиляцией, где собралось много людей, в воздухе скапливается столько водяных паров, что наше самочувствие ухудшается.

В жилых и общественных помещениях, в цехах фабрик и заводов необходимо поддерживать нормальный состав воздуха. Это имеет большое значение для сохранения здоровья людей. *Комнаты, где вы живете, независимо от погоды, необходимо постоянно проветривать. В классах, где вы занимаетесь, форточки или окна в теплую погоду должны быть постоянно открыты, а зимой классные комнаты необходимо проветривать во время каждой перемены.*

В наши дни в жилых домах, на предприятиях, в учреждениях, клубах, театрах и других общественных зданиях воздух постоянно сменяется благодаря искусственной вентиляции — подаче свежего воздуха в помещения по системе труб.

Зеленые растения, которые мы выращиваем в комнатах, служат не только украшением нашего быта. Они способствуют освобождению воздуха от избытка углекислого газа и обогащению его кислородом.

Углекислый газ образуется не только в результате дыхания людей. Этот газ постоянно выходит из труб жилых домов, фабрик, заводов, электростанций. Зеленые растения способствуют поддержанию постоянного состава воздуха не только в помещениях, но и в населенных пунктах. Поэтому в нашей стране озеленяют города, поселки, территории промышленных предприятий, дворы жилых домов.

Вредные газообразные примеси к воздуху. В воздух закрытых помещений иногда могут попасть вредные газы, например угарный газ (окись углерода CO). Если во время топки печи закрыть трубу слишком рано, то из-за неполного сгорания топлива образуется угарный газ. Он содержится также в светильном газе. Угарный газ вступает в стойкое соединение с гемоглобином, который после этого уже не может присоединять кислород. Поэтому, находясь в комнате, где в воздухе есть угарный газ, можно умереть от недостатка кислорода в организме. *Вот почему при топке печи, прежде чем закрыть трубу, нужно обязательно проверить, сгорело ли все топливо, а в квартирах, где пользуются светильным газом, не допускать его утечки.*

Вредные газы, в том числе и окись углерода, образуются иногда на фабриках и заводах при некоторых производственных процессах. Чтобы эти газы не вредили здоровью людей, такие процессы проводят в специально сконструированных герметически закрытых камерах.

Обмен газов в легких. Обмен газов в тканях.

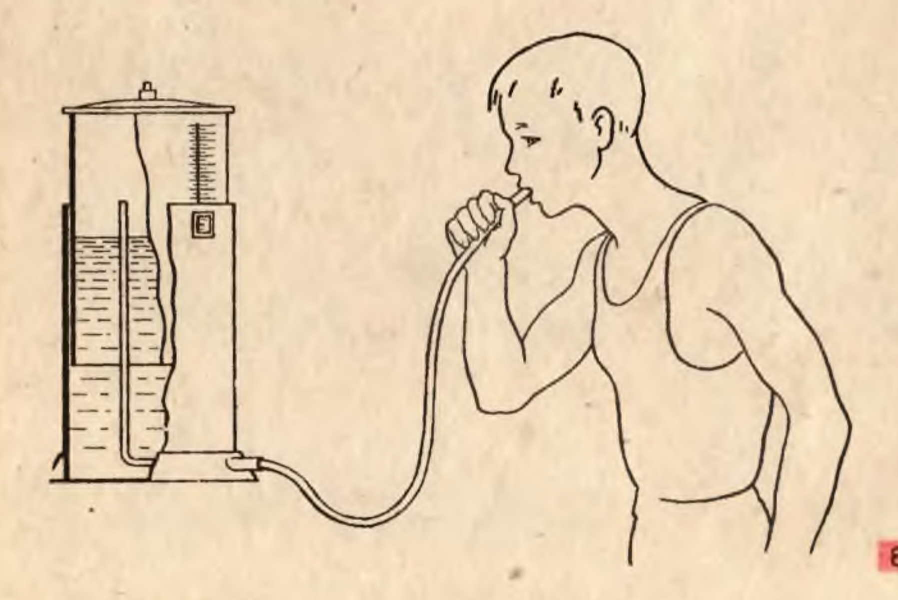
? 1. Каков нормальный состав воздуха? 2. Чем отличается по составу вдыхаемый воздух от выдыхаемого? 3. Как происходит насыщение крови кислородом и удаление из нее углекислого газа? 4. Как происходит отдача кислорода тканям кровью и проникновение в нее углекислого газа? 5. Почему надо регулярно проветривать помещения? 6. Чем полезны зеленые насаждения? 7. Какой вред приносит организму угарный газ и что надо делать, чтобы предупреждать отравление им?

! 1. Содержится ли в нашей крови свободный азот, происходит ли его обмен между кровью и воздухом? 2. Освобождается ли наша кровь в легких от углекислого газа полностью?

25 ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ

Вентиляция легких. В легочных пузырьках воздух постоянно сменяется. Благодаря дыхательным движениям воздух то поступает в легкие, то удаляется из них. *Вдох* и *выдох*, ритмически сменяя друг друга, обеспечивают *вентиляцию* легких.

Жизненная емкость легких. При различных состояниях организма количество вдыхаемого и выдыхаемого воздуха изменяется. Во время физического труда вентиляция легких увеличивается, а при относительном покое она уменьшается. Для определения объемов воздуха, вдыхаемого и выдыхаемого людьми, пользуются специальным прибором — спирометром (рис. **89**).



89

С его помощью выяснено, что при покойном вдохе взрослый человек вдыхает около 500 см^3 воздуха. Такое же количество воздуха удаляется из органов дыхания во время покойного выдоха.

При глубоком дыхании количество вдыхаемого и выдыхаемого воздуха увеличивается. Во время самого глубокого вдоха в органы дыхания человека может поступить еще около 1500 см^3 воздуха дополнительно к тому количеству, которое проникло в них при покойном вдохе. Когда человек после покойного выдоха продолжает выдыхать воздух до отказа, из его органов дыхания удаляется еще примерно 1500 см^3 воздуха.

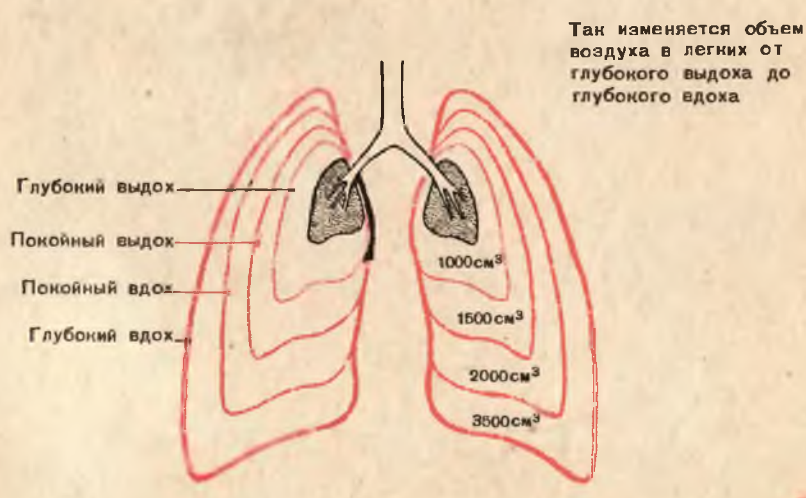
Таким образом, наибольшее количество воздуха, которое человек может выдохнуть после самого глубокого вдоха, равно приблизительно 3500 см^3. Это количество воздуха называется ***жизненной емкостью легких*** (рис. 90).

Полностью удалить воздух из легких невозможно. Даже после самого глубокого выдоха в них остается еще около 1000 см^3 воздуха (рис. 90). Поэтому легкие никогда не спадаются.

У людей жизненная емкость легких неодинакова. По ней можно отчасти судить о физическом развитии человека. Поэтому при некоторых медицинских обследованиях определяют жизненную емкость легких при помощи спирометра.

Врачи установили, что у курящих людей средняя жизненная емкость легких ниже нормы примерно на 300—400 см^3. Понятно, что у таких людей понижен обмен газов в легких.

Дыхательные движения. Человек дышит непрерывно в течение всей жизни — от момента рождения до самой смерти;



Так изменяется объем воздуха в легких от глубокого выдоха до глубокого вдоха

90

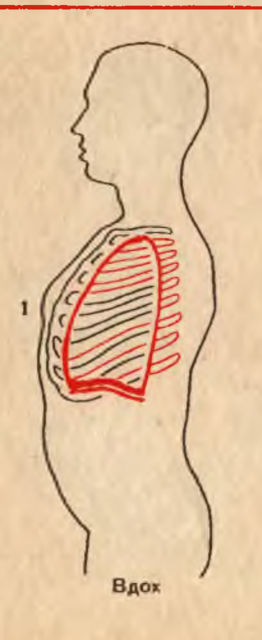
объем его легких попеременно то увеличивается, то уменьшается. Как осуществляются дыхательные движения?

Вдох и выдох происходят потому, что объем грудной полости изменяется — то увеличивается, то уменьшается. Это происходит вследствие попеременного сокращения и расслабления дыхательных мышц. Легкие лишь пассивно следуют за стенками грудной полости. При изменении ее объема они то расширяются, то несколько сжимаются. Чем это объясняется?

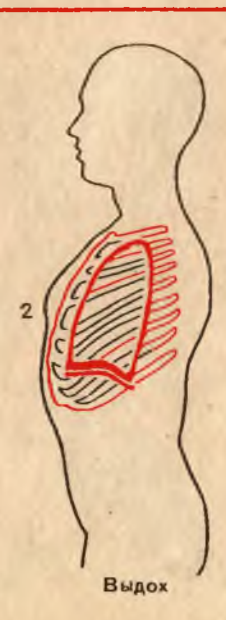
В узком пространстве между пристеночной и легочной плеврой — плевральной щели — давление ниже атмосферного. При увеличении объема грудной полости растягивается пристеночная плевра и давление в превральной щели становится еще более низким. Это влечет за собой растяжение легочной плевры. Тогда объем легких увеличивается. Это вызывает растяжение упругих легочных пузырьков, и воздух устремляется в них через воздухоносные пути под давлением атмосферы.

При выдохе уменьшается объем грудной полости и объем легких тоже становится меньшим. Давление воздуха в них оказывается выше атмосферного. Воздух удаляется из легких до тех пор, пока его давление не станет равным атмосферному.

Иногда при тяжелых ранениях в грудь разрывается плевра и воздух заполняет пространство между обоими ее листками. Тогда легкое в поврежденной стороне груди перестает следовать за стенками грудной полости. Это происходит потому, что давление воздуха на него становится одинаковым снаружи и изнутри. Понятно, что в таком случае атмосферное давление



Вдох



Выдох

91

уже не сможет растянуть легочные пузырьки и вентиляция легкого, расположенного на стороне ранения, прекратится.

Покойный вдох совершается благодаря одновременному сокращению межреберных вдыхательных мышц и диафрагмы. Сокращаясь, межреберные мышцы приподнимают ребра, вследствие чего грудная полость расширяется и ее объем увеличивается (рис. 91, *1*). Одновременно с этим сокращаются и мышцы диафрагмы. Ее поверхность уменьшается, и она становится менее выпуклой. Благодаря этому объем грудной полости увеличивается и в вертикальном направлении.

Покойный выдох происходит благодаря расслаблению межреберных вдыхательных мышц и диафрагмы. Ребра опускаются, выпуклость диафрагмы увеличивается, и объем грудной полости становится таким, каким он был до начала вдоха *(2)*. Поэтому некоторое количество воздуха через воздухоносные пути удаляется из легких.

Глубокий вдох вызывается одновременным сокращением межреберных вдыхательных мышц, диафрагмы, а также некоторых мышц груди и плечевого пояса (см. рис. 49 на с.43), поднимающих ребра выше, чем при покойном вдохе.

Глубокий выдох обусловлен сокращением межреберных выдыхательных мышц, которые оттягивают ребра книзу. Поэтому объем грудной полости уменьшается в направлениях справа налево и спереди назад. Одновременно сокращаются брюшные мышцы. Они сдавливают внутренние органы брюшной полости. Эти органы нажимают на диафрагму снизу, и она сильно впячивается в грудную полость, уменьшая ее объем в вертикальном направлении.

Тренировка дыхательных мышц. Одновременно с тренировкой сердца и всей скелетной мускулатуры тренируются и дыхательные мышцы.

Стоит нетренированному человеку пробежать несколько десятков метров, как он начинает учащенно дышать. Но глубина дыхания у него почти не увеличивается из-за слабого развития дыхательных мышц. Поэтому его легкие не в состоянии доставлять интенсивно работающей скелетной мускулатуре нужное количество кислорода и своевременно удалять из организма углекислый газ.

У человека, который изо дня в день занимается физическим трудом, физкультурой, спортом, жизненная емкость легких в результате тренировки дыхательных мышц увеличивается. У него во время мышечной работы вентиляция легких повышается не только из-за учащения дыхания, но и вследствие значительного увеличения его глубины. Жизненная емкость легких в результате тренировки дыхательных мышц увеличивается (рис. 92). Тренированные люди дышат ровно и глубоко даже тогда, когда совершают тяжелую работу, хотя и у них частота дыхательных движений значительно возрастает. После бега на десятикилометровую дистанцию у хороших спортсменов не

бывает одышки, и их дыхание достаточно быстро успокаивается.

Вентиляция легких. Жизненная емкость легких. Покойное дыхание. Глубокое дыхание. Тренировка дыхательных мышц.

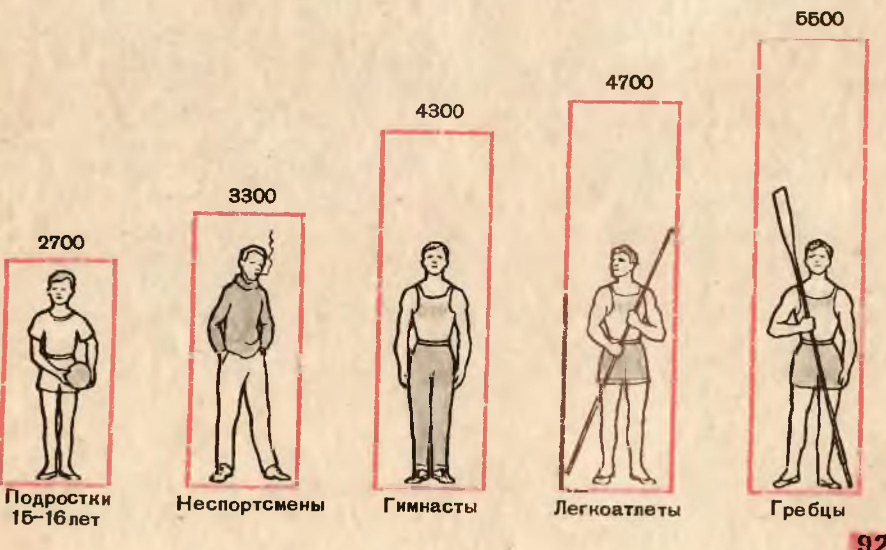
? 1. Из чего слагается жизненная емкость легких? 2. Как происходит покойный вдох? 3. Как происходит покойный выдох? 4. Как осуществляются вдох и выдох при глубоком дыхании? 5. Как нужно развивать свои дыхательные мышцы?

! Почему принятие больших количеств пищи затрудняет дыхание?

Раз в месяц подсчитывайте у себя в течение 1 мин число дыхательных движений до и после утренней зарядки и измеряйте окружность своей грудной клетки в положении самого глубокого вдоха. В дневнике самонаблюдений заведите новую страницу. Записи ведите по такой форме:

Влияние физических упражнений на частоту дыхания и окружность грудной клетки

Дата	Число дыхательных движений в 1 мин		Окружность грудной клетки (в см)
	до зарядки	после зарядки	



Подростки 15–16 лет — Неспортсмены — Гимнасты — Легкоатлеты — Гребцы

Из глотки пищевой комок попадает в пищевод, по стенкам которого пробегают волнообразные сокращения, продвигающие пищу в желудок.

Фистула. Безусловные слюноотделительные рефлексы. Условные слюноотделительные рефлексы. Пищеварительные ферменты.

? 1. Какими опытами были выяснены причины выделения слюны? 2. Чем вызывается слюноотделение? 3. Какие вещества образуются в ротовой полости при расщеплении крахмала? 4. Какие условия наиболее благоприятны для действия ферментов слюны? 5. Как происходит глотание?

! 1. Будет ли происходить слюноотделение у животного, если у него повреждены нервы, отходящие от языка и слизистой оболочки полости рта? 2. Почему мы начинаем ощущать сладковатый вкус, когда долго жуем хлеб или картофель?

Постарайтесь сделать подряд как можно больше глотательных движений. Много ли вы смогли их сделать? Почему?

31 ПИЩЕВАРЕНИЕ В ЖЕЛУДКЕ

Рефлекторное отделение желудочного сока. Для изучения пищеварения в желудке исследователи накладывали фистулу на желудок собаки. Впервые такую операцию проделал в 1842 году русский хирург В. А. Басов. Как же проводят эту операцию?

На коже и брюшных мышцах животного делают разрез. Через него проникают в брюшную полость собаки. Добравшись до желудка, прорезают небольшое отверстие в его стенке, в которое вставляют специальную металлическую трубку. Ее укрепляют швами, другой конец выводят на поверхность живота и зашивают разрез. Через такую фистулу в любое время можно взять для исследования содержимое желудка (рис. **99**, *1*). Но такие исследования не давали возможности установить причины, вызывающие желудочное сокоотделение. Чтобы выяснить их, И. П. Павлов разработал операцию, при которой наложение фистулы на желудок животного сочеталось с перерезкой пищевода. Концы обоих отрезков пищевода — переднего, связанного с полостью рта, и заднего, ведущего в желудок, — Павлов вшивал в прорез на шее, и они открывались наружу (*2*).

У оперированной собаки пища во время еды не проникала в желудок, а выпадала наружу. Но, несмотря на это, при таком *мнимом кормлении* из фистулы желудка начинал вытекать чистый *желудочный сок*. Этот опыт показал, что *желудочный сок, как и слюна, отделяется рефлекторно.* Сокоотделительный рефлекс вызывается раздражением пищей рецепторов, находящихся на языке и слизистой оболочке рта. Возбуждение

от этих рецепторов проводится в продолговатый мозг. Оттуда оно направляется по центробежным нервам к железам желудка, и, хотя в нем нет пищи, происходит обильное отделение желудочного сока.

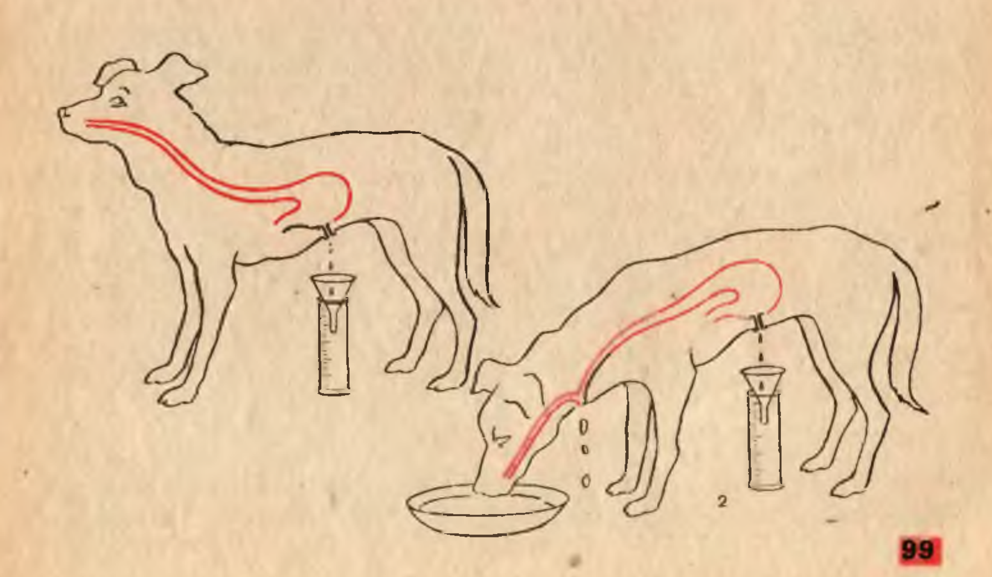
Фистульные собаки с перерезанным пищеводом годами живут в физиологических лабораториях. Животным вводят в желудок пищу и питье через отрезок пищевода или непосредственно в фистулу.

Опыты с мнимым кормлением показали, что рефлекторное отделение желудочного сока длится после еды примерно 2 ч. Количество его постепенно уменьшается. Оказалось также, что у подопытных собак желудочный сок выделяется не только при попадании пищи в полость рта, но и тогда, когда они видят пищу или ощущают ее запах.

Таким образом, наряду с врожденными, безусловными рефлексами отделения желудочного сока существуют и условные, образующиеся в течение жизни животных.

Благодаря таким рефлексам сок начинает отделяться за некоторое время до принятия еды. Это имеет важное значение для пищеварения: пища попадает в желудок, когда в нем уже есть сок, который сразу же начинает расщеплять питательные вещества. И. П. Павлов назвал сок, выделяющийся в желудке на вид и запах пищи, *аппетитным*.

Расщепление белков в желудке. Расщепление белков в пищеварительном тракте — это сложный процесс, состоящий из нескольких ступеней. Он начинается в желудке под действием одного из ферментов, находящихся в желудочном соке.



99

В желудке очень сложные белковые молекулы расщепляются на молекулы несколько более простого строения. Фермент желудочного сока, расщепляющий белки, может действовать только в определенных условиях — при температуре нашего тела и в кислой среде. Такую среду в желудке создает соляная кислота, небольшое количество которой содержится в желудочном соке.

При некоторых заболеваниях у человека в желудочном соке содержится недостаточное количество соляной кислоты. Поэтому врачи ему предписывают принимать перед едой очень слабый раствор соляной кислоты, изготовленный в аптеке.

Несложный опыт позволяет проследить, как действует желудочный сок на белки. В пробирку наливают немного натурального желудочного сока и добавляют к нему тонкие хлопья белка полусваренного куриного яйца. Затем пробирку выдерживают примерно в течение получаса при температуре 38—39°С. Хлопья белка постепенно «тают» и наконец растворяются полностью.

Пища, попадающая в желудок, пропитывается желудочным соком постепенно. Поэтому расщепление белков начинается с поверхности пищевого комка, а в глубине его, где еще сохранилась слабощелочная реакция, в течение 20—30 мин продолжается расщепление крахмала ферментами слюны. Только по истечении этого времени кислый желудочный сок пропитывает комок целиком. Тогда действие ферментов слюны прекращается. Теперь во всем комке происходит расщепление белков. Оно продолжается в течение всего времени, пока пища находится в желудке.

Гуморальная регуляция желудочного сокоотделения. В желудке переваривающаяся пища задерживается на 4—8 ч. Между тем, как вы помните, рефлекторное отделение желудочного сока длится только около 2 ч. Какое же значение имеет такое длительное пребывание пищи в желудке? Выяснить это помогла очень сложная операция на собаке, удивительно точно выполненная И. П. Павловым.

Из дна желудка собаки Павлов выкроил лоскут, не отделяя его от желудка и полностью сохраняя подходящие к нему кровеносные сосуды и нервы. Наложив швы на желудок в том месте, из которого был выделен кусок дна, Павлов сшил из лоскута мешочек, не сообщавшийся с желудком (рис. 100). Такой мешочек получил название *малого* или *«павловского» желудочка.* Из него И. П. Павлов вывел фистулу через стенку живота собаки (рис. 101). Съеденная оперированным животным пища переваривается в основном отделе желудка. Но в это время из фистулы в малом желудочке, куда пища не проникает, обильно выделяется чистый желудочный сок.

У собак с малым желудочком сокоотделение происходит в продолжение всего времени, пока переваривающаяся пища находится в основном отделе желудка. Ряд опытов, проведен-

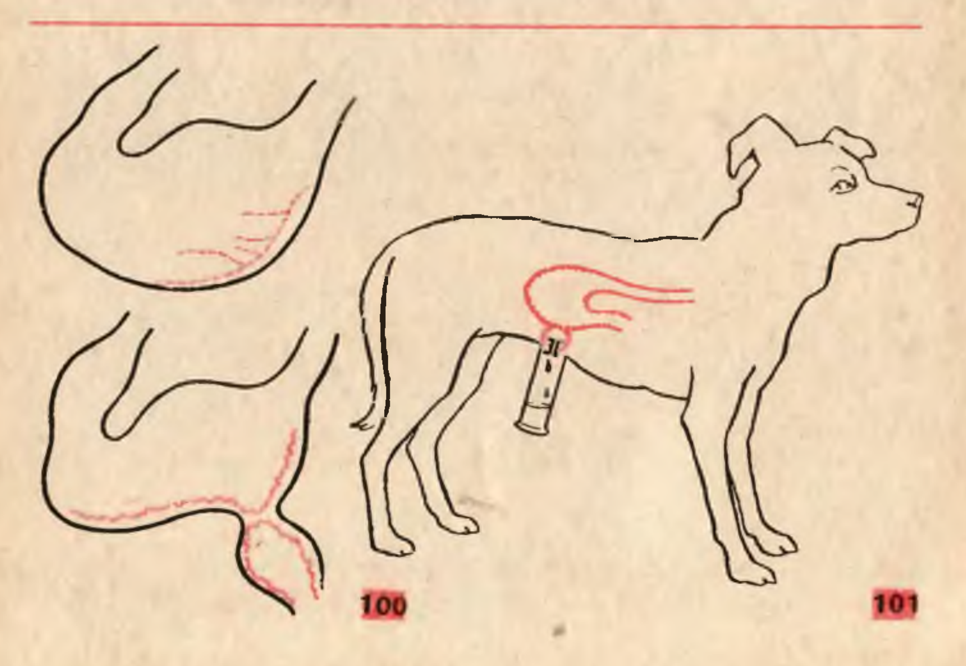
ных другими исследователями, позволил объяснить этот факт. Познакомимся с одним из таких опытов.

Кровеносные системы двух собак с фистулами желудка соединили трубками, и у обоих животных образовалось общее кровяное русло. Когда в желудок одной собаки вводили через отверстие пищу, у обоих животных начинал вытекать из фистул желудочный сок. Очевидно, в стенках желудка первого животного при соприкосновении с пищей образовывалось особое вещество, которое попадало в кровь. Пройдя вместе с нею по кровяному руслу обеих собак, оно приносилось к желудочным железам животных и вызывало сокоотделение.

В результате исследований удалось установить также, что некоторая часть веществ, образующихся в желудке при расщеплении белков, всасывается через слизистую оболочку в кровь. Эти вещества тоже проходят с кровью по обоим кругам кровообращения и попадают к желудочным железам, вызывая сокоотделение.

Теперь понятно, почему в течение всего времени, пока в желудке находится переваривающаяся пища, его железы выделяют желудочный сок.

Действие курения и спиртных напитков на пищеварение в желудке. У курящих людей аппетит понижен, так как условнорефлекторное отделение желудочного сока у них недостаточно. Частое употребление спиртных напитков вызывает острые и хронические заболевания желудка. Его слизистая оболочка постоянно раздражается алкоголем. Это вызывает обильное выделение слизи. Обволакивая находящуюся в желуд-



ке пищу, слизь затрудняет доступ к ней желудочного сока. Понятно, что у таких людей белки в желудке расщепляются с трудом. Злоупотребление спиртными напитками способствует развитию язвы, рака желудка и некоторых других желудочных болезней.

Переход пищевой кашицы из желудка в кишечник. Образовавшаяся в желудке полужидкая пищевая кашица медленно передвигается в его суженную выходную часть. Это происходит благодаря сокращениям мышечного слоя стенок желудка. Из его выходной части пищевая кашица отдельными порциями выталкивается в двенадцатиперстную кишку.

Желудочный сок. Рефлекторное сокоотделение. Аппетитный сок. Малый («павловский») желудочек. Гуморальное сокоотделение.

? 1. Какую операцию делал животным И. П. Павлов, чтобы доказать рефлекторный характер отделения желудочного сока? 2. Что такое мнимое кормление? 3. Какой путь проходит возбуждение по дуге безусловного сокоотделительного рефлекса? 4. Какие вещества подвергаются расщеплению в желудке? 5. При каких условиях действует фермент желудочного сока, расщепляющий белки? 6. Как влияют на пищеварение в желудке курение и злоупотребление спиртными напитками? 7. Куда поступает пищевая кашица из желудка?

! 1. Может ли происходить рефлекторное отделение желудочного сока, если у животного повреждены центробежные нервы, подходящие к желудку?

2. Какое значение имеют привлекательное оформление пищи и красивая сервировка стола для хорошего переваривания пищи в желудке?

32 ИЗМЕНЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В КИШЕЧНИКЕ

Пищеварение в двенадцатиперстной кишке. В тонкой кишке продолжается расщепление питательных веществ, которые содержатся в пищевой кашице, поступающей в кишечник из желудка. Волнообразные сокращения стенок кишки (рис. 102) постепенно продвигают пищевую кашицу по кишечнику. Очень важные процессы расщепления белков, жиров и углеводов происходят в первом отделе кишечника — двенадцатиперстной кишке, куда, как вам известно, впадают выводные протоки печени и поджелудочной железы.

Печень — жизненно важный орган, функции которого разнообразны. Это самая крупная железа нашего тела. Печень занимает значительную часть правой стороны брюшной полости (цвет. табл. IV, *6*).

В печени вырабатывается *желчь*, которая по желчному протоку (рис. 103, *1*) выделяется в двенадцатиперстную кишку. Избыток желчи собирается в *желчном пузыре (2)* и может использоваться, когда в двенадцатиперстной кишке происходит

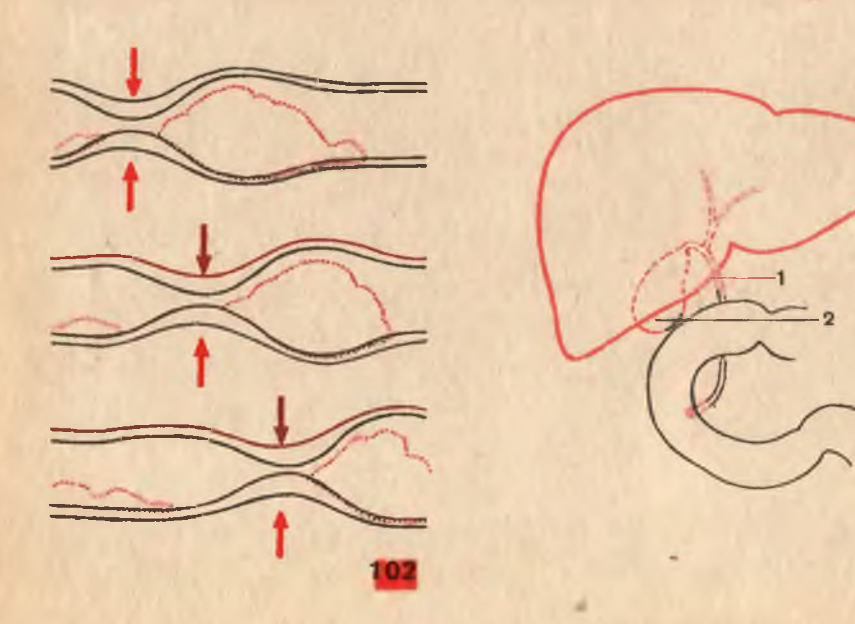
усиленное пищеварение. Желчь не расщепляет питательных веществ пищи, но благодаря ее действию облегчается переваривание жиров. Под влиянием желчи они распадаются на огромное количество мельчайших капелек. Поэтому жиры легче расщепляются ферментами пищеварительных соков, выделяемых поджелудочной железой и мелкими железками тонкой кишки.

С некоторыми другими функциями печени вы познакомитесь позже.

Частое употребление спиртных напитков нередко вызывает опасные заболевания печени. У алкоголиков происходит постепенное перерождение ткани печени и замена ее жировой. Такое заболевание приводит к тяжелым для организма последствиям и нередко заканчивается смертью.

Поджелудочная железа (рис. 103, цвет. табл. IV, *5*) выделяет *поджелудочный сок* в двенадцатиперстную кишку через два протока. Деятельность поджелудочной железы долгое время оставалась для ученых загадкой. Им никак не удавалось наложить на нее фистулу.

Честь разрешения этой трудной задачи принадлежит И. П. Павлову, который разработал операцию выведения одного из двух протоков поджелудочной железы на поверхность живота собаки. Второй проток оставался неповрежденным, и через него поджелудочный сок выделялся в двенадцатиперстную кишку. Поэтому процессы пищеварения в ней не нарушались. Такая операция помогла выяснить функции поджелудочной железы и причины, вызывающие отделение поджелудочного сока.



102

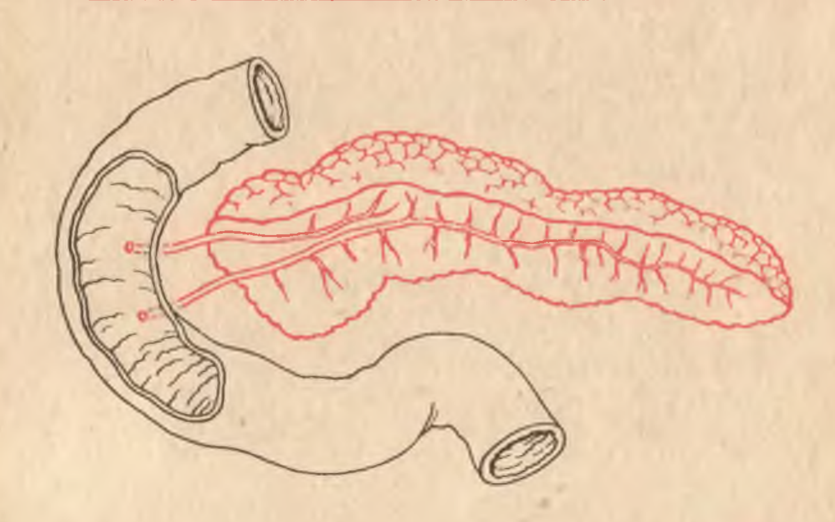
103

Пищеварение в двенадцатиперстной кишке происходит под воздействием поджелудочного сока. Ферменты этого сока действуют на все питательные органические соединения. Под влиянием одних из этих ферментов в основном завершается начавшееся в желудке расщепление белков до образования растворимых в воде аминокислот. Под действием другого фермента происходит расщепление жиров на глицерин и жирные кислоты. В присутствии ряда ферментов поджелудочного сока крахмал, не подвергшийся пищеварительному действию слюны, расщепляется на молекулы глюкозы.

Ферменты поджелудочного сока действуют только в щелочной среде при температуре нашего тела.

Пищеварение в остальных отделах тонкой кишки. По длине тонкая кишка в 3—4 раза превышает рост человека. В ее слизистой оболочке находится огромное количество мельчайших железок. Проходя по тонкой кишке, пищевая кашица раздражает железки, и они выделяют кишечный сок. *Под действием ферментов кишечного сока завершается расщепление белков, жиров и углеводов, не успевших перевариться в предыдущих отделах пищеварительного канала.*

Таким образом, в содержимом тонкой кишки находятся растворимые в воде аминокислоты, глицерин, жирные кислоты и глюкоза. Советский ученый А. М. Уголев установил, что расщепление питательных веществ в тонкой кишке идет наиболее интенсивно на ее внутренней поверхности, сплошь покрытой микроскопическими выростами — *ворсинками*. Такая



104

поверхность поглощает большое количество ферментов, образуя подобие пористого катализатора, на котором и совершаются процессы ферментативного расщепления ряда веществ. Такое пищеварение названо *пристеночным.*

Всасывание в кровь продуктов расщепления питательных веществ. В отделах тонкой кишки, следующих за двенадцатиперстной кишкой, происходит всасывание в кровь продуктов расщепления белков, жиров и углеводов. Как же происходит этот процесс?

Вся внутренняя поверхность тонкой кишки при рассматривании невооруженным глазом кажется бархатистой (цвет. табл. V). Под микроскопом видно, что на слизистой оболочке тонкой кишки находится множество ворсинок *(1).* Огромное их количество (2500 ворсинок на 1 $см^2$) значительно увеличивает всасывающую поверхность слизистой оболочки тонкой кишки. Стенки ворсинок состоят из однослойного эпителия *(2).* В каждую ворсинку входит кровеносный сосуд *(3)*, образуя в ней капиллярную сеть. Кроме того, в ворсинках берут начало мелкие лимфатические сосуды *(4).*

Аминокислоты и глюкоза, растворенные в воде, всасываются в кровь, текущую по капиллярам ворсинок. Глицерин и жирные кислоты проникают в клетки эпителия ворсинок. Здесь и происходит образование жиров, характерных для человеческого организма. *В виде мельчайших капелек жиры поступают в лимфатические сосуды и вместе с лимфой попадают в кровь.* Избыточное количество жиров откладывается в виде запаса в подкожной жировой клетчатке, сальнике и в некоторых других местах организма.

Раньше считали, что всасывание — это фильтрация растворенных в воде продуктов расщепления сквозь стенки ворсинок. Опыты опровергли это предположение. Ученые убивали некоторыми ядами клетки слизистой оболочки тонкой кишки животных, в результате чего всасывание прекращалось. Таким образом было доказано, что всасывание — сложный процесс, осуществляемый клетками ворсинок.

Барьерная роль печени. Вся кровь, оттекающая от кишечника (цвет. табл. VI, *1*), проходит через печень *(2).* Некоторые вредные для организма или ядовитые вещества, которые могут попасть в небольших количествах в кишечник вместе с пищей, всасываются через ворсинки в кровь. Эти вещества задерживаются в печени. Здесь они обезвреживаются и выводятся вместе с желчью через кишечник.

Функции толстой кишки. *В толстой кишке происходит формирование каловых масс.* Попавшие из тонкой кишки непереварившиеся остатки пищи в течение примерно 12 ч проходят по толстой кишке. За это время из ее полужидкого содержимого всасывается в кровь бóльшая часть воды. Сформировавшиеся в толстой кишке каловые массы попадают в прямую кишку, а оттуда удаляются наружу.

Желчь. Поджелудочный сок. Кишечный сок. Ворсинки тонкой кишки. Барьерная роль печени.

1. Какие конечные продукты расщепления питательных веществ образуются в тонкой кишке? 2. Куда всасываются конечные продукты расщепления белков и углеводов? 3. Где происходит образование жиров, характерных для организма человека? 4. Куда поступают образовавшиеся жиры? 5. Какие процессы происходят в толстой кишке?

1. При некоторых тяжелых заболеваниях желудка приходится удалять большую его часть. Переваривание каких веществ затруднено у оперированных? 2. Почему в их пищеварительной системе все же происходит расщепление этих веществ?

Проследите по цветной таблице II, какой путь проходят жиры от кишечника до кровяного русла после их образования в ворсинках.

ГИГИЕНА ПИТАНИЯ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Значение кулинарной обработки пищи. Для того чтобы процессы пищеварения протекали в нашем организме нормально, необходим ряд обязательных условий.

Очень важно, чтобы пища легко подвергалась действию пищеварительных соков. Именно в этом основное значение приготовления пищи. *Вареное или жареное мясо, овощи, подвергшиеся тепловой обработке, каша, печеный хлеб гораздо легче расщепляются пищеварительными ферментами, чем сырые пищевые продукты.* Так, ферменты слюны расщепляют только вареный крахмал, а сырой лишь частично переваривается поджелудочным и кишечным соками.

Однако в наш пищевой рацион непременно должны входить в достаточном количестве сырые овощи и фрукты. При их употреблении усиливаются волнообразные движения кишок, передвигающие пищевую кашицу по пищеварительному каналу. Но еще важнее то, что в сырых овощах и фруктах содержится много витаминов — веществ, необходимых для нормальной жизнедеятельности организма.

Режим питания. *Умеренность в еде — это тоже важное условие нормального пищеварения.* Если в какой-либо отдел пищеварительного канала, например в желудок, двенадцатиперстную кишку, попадает сразу слишком много пищи, то выделяющиеся пищеварительные соки не в состоянии расщепить все питательные вещества, которые в ней находятся. Вот почему есть надо несколько раз в день, неторопливо и понемногу.

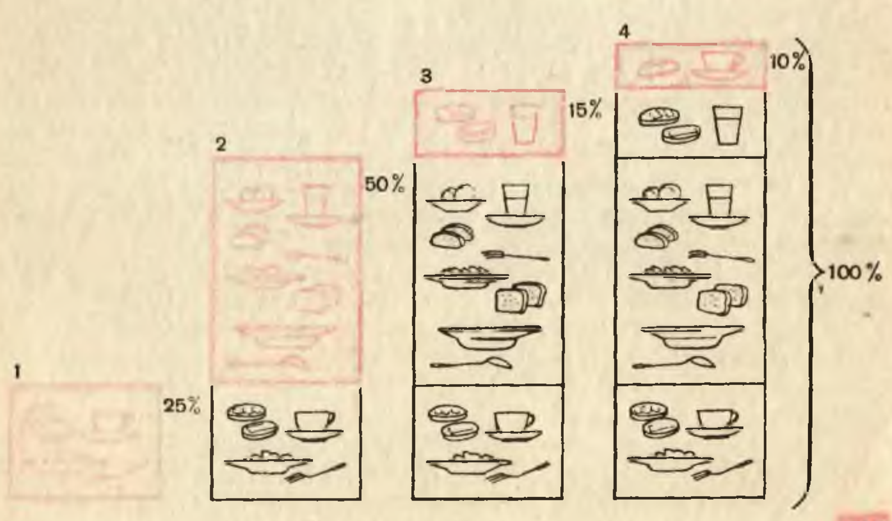
Необходимо также ежедневно есть в одни и те же часы. И. П. Павлов заметил, что когда фистульных собак кормят

ежедневно в определенное время, то в час кормления, еще до дачи пищи, у животных наблюдается условнорефлекторное отделение пищеварительных соков. Регулярное питание в одни и те же часы изо дня в день имеет большое значение и для нас. Ведь и у нас образуются условные сокоотделительные рефлексы на время принятия пищи. У людей, питающихся регулярно, пищеварительные соки начинают отделяться еще до еды. Поэтому пища у них переваривается лучше, чем у тех, кто не имеет определенного режима питания и принимает пищу в различные часы.

Лучше всего есть четыре раза в день. Завтрак должен содержать примерно 25% всей дневной нормы (рис. **105**, *1*), обед — около 50% *(2)*, полдник — 15% *(3)*, ужин — 10% *(4)*. Соблюдение такого режима способствует хорошему перевариванию пищи и нормальному снабжению организма питательными веществами.

Аппетит. Когда мы едим с удовольствием, у нас выделяется много пищеварительных соков и съеденная пища хорошо расщепляется. И. П. Павлов установил, что *обильное сокоотделение во время еды — это и есть основа аппетита.*

Разнообразие пищи, различные закуски и приправы, например салаты, солености, добавление к пище небольшого количества перца, горчицы, — все это способствует возбуждению аппетита. Но пословица «Аппетит приходит во время еды» верна лишь отчасти. Аппетит полезно вызывать еще до приема пищи. Красивое оформление блюд, привлекательная сервировка стола, как подчеркивает И. П. Павлов, способствуют условно-



105

рефлекторному отделению пищеварительных соков еще до начала еды. Это подготавливает организм к принятию пищи — возбуждает аппетит.

Желудочно-кишечные болезни, глистные заболевания и их предупреждение. Очень важно приготовлять пищу из свежих продуктов. Употребление несвежей пищи может привести к пищевому отравлению. Поэтому скоропортящиеся съестные припасы нельзя долго хранить. В течение нескольких дней их можно сохранять в холодильнике или в холодном погребе на льду.

Вместе с пищей в пищеварительный канал могут проникнуть и болезнетворные микроорганизмы. В полости рта очень многие из них гибнут от действия веществ, находящихся в слюне. Некоторые микробы обезвреживаются соляной кислотой желудочного сока, а также веществами, содержащимися в желчи. Но есть микроорганизмы, устойчивые к действию этих веществ. Попав в кишечник, такие микробы могут размножиться в нем и вызвать инфекционные заболевания, такие, как брюшной тиф, дизентерия, холера. Яды, выделяемые возбудителями этих болезней, вызывают тяжелое отравление организма. Пищеварение у больных нарушается. Изъязвление стенок тонкой кишки, пораженных возбудителями брюшного тифа, дизентерии, может привести к их прободению. Из прорвавшейся кишки ее содержимое изливается в брюшную полость. Тогда человек может погибнуть.

Дизентерия, брюшной тиф и холера очень заразны. При таких заболеваниях людей сразу отправляют в больницу, а в квартире, где они живут, делают дезинфекцию.

Как происходит заражение кишечными болезнями?

Возбудители кишечных болезней в огромных количествах выходят из организма больных с остатками непереваренной пищи. Эти микробы могут попасть со сточными водами в колодцы, в водоемы, откуда мы берем воду. Мухи, которые питаются всевозможными отбросами, часто переносят возбудителей кишечных заболеваний на нашу пищу. Болезнетворные микробы могут находиться и на различных предметах, которыми пользовался больной, и даже на тех, к которым он только прикасался. Таковы основные источники заражения желудочно-кишечными болезнями.

Заражение некоторыми глистами происходит в том случае, если человек съест какую-либо пищу, на которую попали яйца глистов. Другими глистами, такими, как солитеры, заражаются при употреблении в пищу плохо прожаренного или непроваренного мяса. В сырой рыбе тоже иногда бывают личинки глистов.

Как предупреждать кишечные и глистные заболевания?

Запомните: нужно мыть перед едой руки, есть чисто вымытые овощи и фрукты, держать пищу закрытой, чтобы на нее не попадала пыль, не садились мухи, уничтожать

мух всеми способами, не пить сырую воду, употреблять в пищу хорошо проваренные или прожаренные мясо и рыбу.

В нашей стране широко применяются предупредительные прививки против дизентерии и брюшного тифа. Они предотвращают возникновение и распространение эпидемий, которые обычно вспыхивают летом. Для предотвращения глистных заболеваний в школах регулярно проводят обследование всех учащихся и назначают больным соответствующее лечение.

■ *Режим питания. Аппетит.*

? 1. Какое значение имеет тепловая обработка пищи? 2. Почему наряду с вареной и жареной пищей мы должны употреблять сырые овощи и фрукты? 3. Почему нельзя сразу съедать много пищи? 4. Почему нужно есть ежедневно в одни и те же часы? 5. Как надо хранить скоропортящиеся пищевые продукты? Почему? 6. Какие вы знаете желудочно-кишечные болезни и каковы меры их предупреждения?

! 1. Почему лёгкий ужин надо съедать не позднее чем за 2 ч до сна? 2. Почему вредно утром не завтракать?

VII. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ

24. ВОДНЫЙ, СОЛЕВОЙ, БЕЛКОВЫЙ, ЖИРОВОЙ И УГЛЕВОДНЫЙ ОБМЕН

Вода и минеральные соли. Всосавшиеся в кровь из органов пищеварения вещества усваиваются клетками и проходят в них цепь сложнейших превращений. Вода и минеральные соли в органах пищеварения не расщепляются. Поэтому, прежде чем перейти к сложному вопросу об изменениях белков, жиров и углеводов в организме, кратко разберем, какое значение для него имеют неорганические соединения.

Вода составляет около ⅔ массы нашего тела. Очень много ее содержится в крови, лимфе, пищеварительных соках. Цитоплазма и ядро клеток полужидкие. В них воды значительно больше, чем других веществ.

Многочисленные сложнейшие изменения клеточных веществ, обусловливающие жизнедеятельность организма, могут происходить только в водных растворах.

Но организм все время теряет воду. Она выводится из нашего тела с мочой и по́том, а также с выдыхаемым воздухом в виде водяных паров. Поэтому количество воды в организме постоянно должно пополняться. Без воды человек может прожить всего несколько суток.

Минеральные соли также необходимы организму. Благодаря им поддерживается постоянный состав внутренней среды организма. Некоторые соли, растворенные в крови, участвуют в переносе углекислого газа от тканей к легким. Присутствие солей кальция — обязательное условие свертывания крови. Из минеральных солей состоит значительная часть межклеточного вещества костной ткани. Очень сложные химические процессы, протекающие в любой ткани, в каждой живой клетке, происходят при участии минеральных солей. Почти все нужные нашему организму минеральные соли содержатся в достаточном количестве в обычной пище. Только хлорида натрия в ней не хватает. Вот почему нам приходится добавлять в пищу поваренную соль.

Значение органических соединений. Органические соединения — это основные вещества, образующие клетки всех тканей живого организма. Именно свойствами этих веществ обусловлена его жизнь. Как вам уже известно, белки, жиры и углеводы — это основной строительный материал и единственный источник энергии для нашего организма.

Образование белков в клетках. Белки занимают особое место среди органических соединений. Как вы знаете, они бесконечно разнообразны. У каждого вида растений и животных, а также у человека любая ткань имеет огромное количество белков неодинакового строения. Различия между белками раз-

ных организмов объясняются тем, что немногим более 20 аминокислот, комбинируясь друг с другом, могут образовывать белковые молекулы разного строения.

Как же образуются белки в организме человека?

Аминокислоты всасываются из тонкой кишки в кровь, которая несет их ко всем органам тела. Через наружную мембрану клеток аминокислоты проникают в них. В каждой клетке происходит образование свойственных ей белков. Объединение молекул аминокислот в крупные белковые молекулы происходит под действием внутриклеточных ферментов.

В последние годы установлено, что процессы построения белков из молекул аминокислот совершаются в клеточных органоидах — *рибосомах.* Тот порядок, в котором аминокислоты соединяются между собой, зависит от структуры ДНК и РНК (см. с.15), содержащихся в клетках.

Белки нашего тела отличаются по структуре молекул от белков организмов других видов. В живой клетке белки непрерывно изменяются. *Именно постоянные изменения белков обусловливают жизненные процессы, протекающие в каждой клетке, в каждом органе, во всем организме в целом.*

Образование жиров и отложение их в запас. Состав жиров у организмов разных видов неодинаков. Он зависит от того, какие именно жирные кислоты принимают участие в образовании их молекул. Свойственные организму человека жиры, как вы знаете, образуются из глицерина и жирных кислот в эпителиальных клетках ворсинок кишечника. Оттуда жиры попадают в лимфу, а затем в кровь, которая разносит жировые капельки по всему телу.

Часть жиров сразу же принимает непосредственное участие в сложных процессах, протекающих в клетках. Другая, бóльшая часть их откладывается под кожей в соединительнотканной жировой клетчатке, в сальнике, покрывающем органы брюшной полости, и в некоторых других органах, образуя запас органических соединений. Так происходит усвоение жиров. Их запасы используются в организме при недостатке питания.

Изменения углеводов в организме. Углеводы расщепляются в органах пищеварения до глюкозы, которая всасывается в кровь. С током крови глюкоза попадает в печень.

Если во время пищеварения взять пробу крови из воротной вены (цвет. табл. VI, *3*), идущей от кишечника *(1)* к печени *(2)*, то содержание глюкозы в этой крови окажется примерно втрое больше нормы (около 0,3%).

Одновременное исследование крови из печеночной вены *(4)*, выходящей из печени, показывает, что здесь процент содержания виноградного сахара обычный — около 0,12%. Значит, часть всосавшихся углеводов отлагается в печени в запас. Действительно, в этом органе можно обнаружить много животного крахмала — *гликогена.* Когда содержание глюкозы в крови падает ниже нормы, часть гликогена превращается в глюкозу,

которая попадает в кровяное русло. При избытке виноградного сахара в крови он частично превращается в гликоген. Таким образом поддерживается постоянное содержание глюкозы в плазме крови.

Итак, наряду с другими функциями печень играет важную роль в углеводном обмене.

Углеводы — основной источник энергии в организме. Они входят в состав цитоплазмы и ядра клеток.

Превращение в организме одних органических соединений в другие. Недостаток одних органических соединений в нашей пище до некоторой степени возмещается за счет избытка других. Так, белки могут превращаться в жиры и углеводы. Часть углеводов, находящихся в организме, может превращаться в жиры. Происходит в организме и превращение жиров в углеводы. Эти процессы совершаются в печени под действием специальных ферментов. Но недостаток в пище белков невосполним: ведь они строятся только из аминокислот. *Белковое голодание особенно опасно для организма.*

Распад и окисление органических соединений в клетках. В процессе жизнедеятельности любой клетки в ней происходят превращения энергии. Мышечные волокна, например, расходуют энергию на сокращения, клетки желез желудка — на образование желудочного сока, нейроны — на проведение возбуждений. Каков источник энергии в клетках?

Органические соединения, в основном углеводы, усвоенные клетками, подвергаются в них химическому распаду и окислению. При этом происходит перенос энергии от органических соединений, которые, распадаясь и окисляясь, отдают ее тем частям клетки, которые используют энергию.

Процессы окисления клеточных веществ, связанные с превращениями энергии, протекают в *митохондриях* (см. рис. 9, *7* на с.11). Поэтому митохондрии иногда образно называют «энергетическими станциями» клетки.

Каждая митохондрия словно вымощена молекулами различных ферментов, расположенных в строго определенной последовательности. *Переходя с фермента на фермент, органические соединения претерпевают последовательный ряд химических превращений. При этом происходит отдача энергии.*

В результате распада и окисления органических соединений клеток образуются вещества, имеющие более простое строение. Так, конечные продукты распада и окисления жиров и углеводов — это вода и углекислый газ, удаляющийся из организма через легкие. В результате распада и окисления белков, помимо углекислого газа и воды, образуются аммиак и некоторые другие вещества.

Аммиак очень ядовит. Он приносится кровью в печень и там превращается в менее ядовитое вещество — мочевину, которая удаляется из организма главным образом через почки.

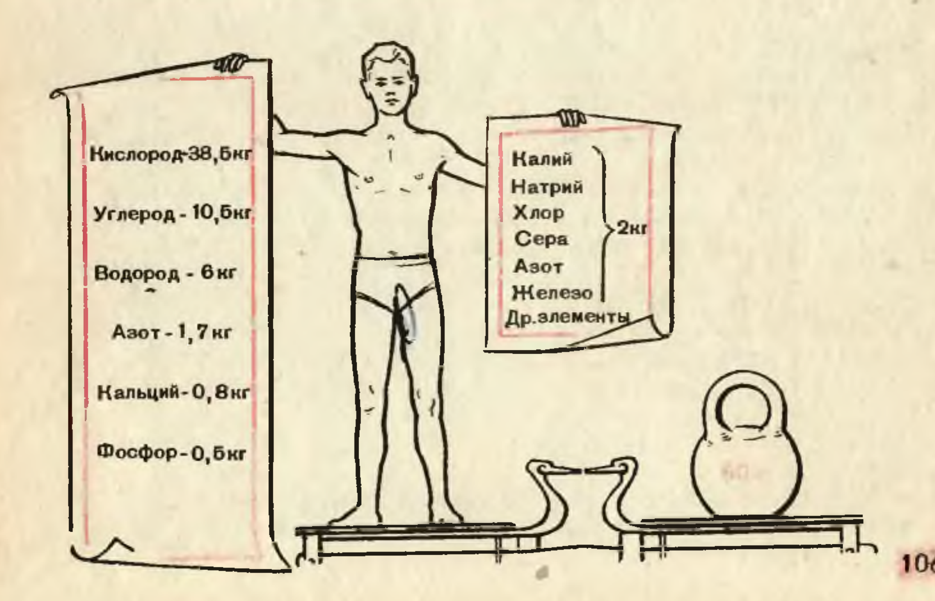
Незначительное количество мочевины выделяется через кожу с потом. Избыток воды удаляется из нашего тела через почки, легкие и кожу.

■ *ДНК. РНК. Рибосомы. Воротная вена. Белковое голодание. Митохондрии. Мочевина.*

? 1. Какое значение для организма имеют вода и минеральные соли? 2. В каких органоидах клетки образуются белки? 3. Каково значение ДНК и РНК в образовании белков? 4. Где и из каких веществ образуются жиры, свойственные человеку? 5. Как поддерживается постоянное содержание глюкозы в крови? 6. Какое значение имеют распад и окисление органических соединений в клвтках? 7. В каких органоидах клетки протвкают процессы, связанные с освобождением энергии? 8. Какие конечные продукты образуются при распаде и окислении жиров и углеводов? 9. Какие конечные продукты образуются при распаде и окислении белков?

! 1. Какой организм нуждается в большем количестве белковой пищи — растущий или взрослый? Объясните почему. 2. Какую роль в нашем организме играют соли, содержащие железо? 3. Почему у свинвй, которых обильно кормят углеводной пищей, образуется толстый слой подкожного жира?

▲ 1. Посмотрите на таблице 3 (с. 113), какой из мясных продуктов содержит углеводы. Чем это объясняется? 2. Вспомните все изученные вами функции печени.



106

35 АССИМИЛЯЦИЯ И ДИССИМИЛЯЦИЯ – ДВЕ СТОРОНЫ ЕДИНОГО ПРОЦЕССА ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ

Связь живой природы с неживой. Молекулы белков, жиров, углеводов и нуклеиновых кислот, характерных для живых организмов, как вы знаете, имеют очень сложное строение. Но все образующие их элементы входят и в состав различных веществ неживой природы (рис. **106**). Это понятно, ведь органические соединения строятся из неорганических в зеленых растениях под действием энергии Солнца. Животные и человек используют органические соединения, образованные растениями.

Значит, все бесконечное разнообразие органических соединений, из которых состоит тело любого организма, строится из неорганических веществ неживой природы. Конечные продукты распада и окисления органических соединений — вода, углекислый газ, аммиак — являются неорганическими веществами. Эти и многие другие данные науки свидетельствуют о единстве живой и неживой природы.

В течение всей жизни организм получает вещества из окружающей среды и отдает в нее продукты жизнедеятельности.

Обмен веществ между организмом и окружающей средой. Изменения веществ в организме обусловливают все жизненные процессы, протекающие в нашем теле. Белки, жиры и углеводы поступают в него с пищей и расщепляются в органах пищеварения. Продукты расщепления приносятся кровью к клеткам и усваиваются ими. Кислород, проникший из воздуха через легкие в кровь, принимает участие в процессах окисления, совершающихся в клетках. Эти процессы связаны с превращением энергии.

Образующиеся углекислый газ, вода, мочевина и некоторые другие вещества удаляются из организма через легкие, почки, кожу. Энергия после цепи превращений в нашем теле переходит в энергию движения молекул. Избыток тепла наш организм отдает в окружающую среду.

Таким образом, между организмом и окружающей его средой непрерывно происходит обмен веществ и энергии. С его прекращением прекращается и жизнь. В этой цепи сложнейших превращений вещества и энергии в организме различают две стороны: *ассимиляцию и диссимиляцию.*

Две стороны процесса обмена веществ. *Ассимиляция* — это образование в клетках организма свойственных ему веществ из других, которые поступают в него из внешней среды. При ассимиляции организм не только усваивает органические соединения, но и накапливает находящуюся в них энергию.

Диссимиляция противоположна ассимиляции. Диссимиляция — это распад и окисление органических соединений в клет-

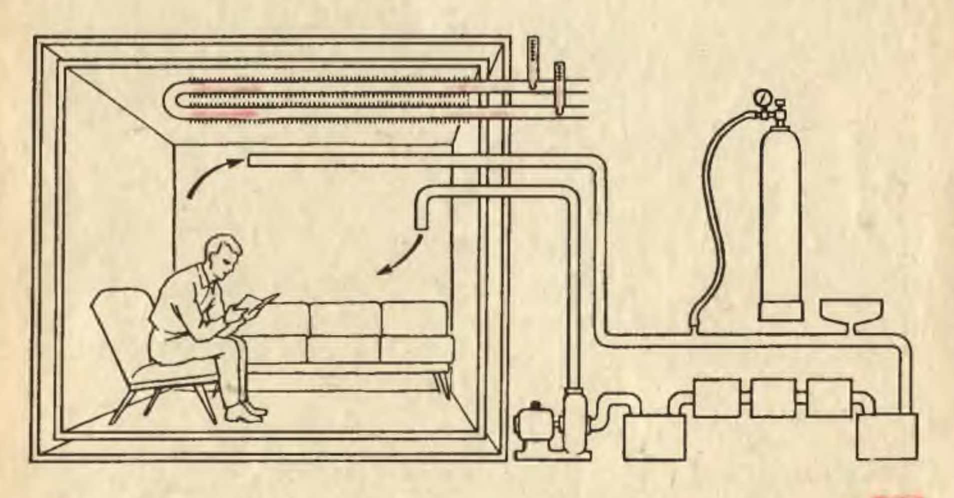
ках организма с освобождением энергии, которую они используют в процессе жизнедеятельности.

Именно при диссимиляции происходят превращения энергии и перенос ее к участкам клеток, где она расходуется. Диссимиляция обусловливает различные виды деятельности наших органов, в том числе и процессы ассимиляции.

Процессы ассимиляции и диссимиляции неотделимы один от другого. В самом деле, непрерывный распад и окисление органических соединений возможны лишь тогда, когда количество этих веществ в клетках все время пополняется. Значит, диссимиляция не может происходить без ассимиляции. Ассимиляция без диссимиляции тоже невозможна. Так, при образовании белков в клетке между молекулами аминокислот возникают химические связи. На образование этих связей расходуется значительная часть энергии, освобождающейся в клетке при диссимиляции.

Таким образом, ассимиляция и диссимиляция — это две противоположные друг другу, но неразрывно связанные между собой стороны единого процесса — обмена веществ и энергии в живом организме.

Определение количества энергии, расходуемой организмом. Во время деятельности организма, например при физической работе, в нем происходит ряд сложных превращений энергии. В результате он нагревается. Но наше тело постоянно отдает избыток тепла в окружающую среду через всю поверхность кожи. Этим свойством организма пользуются для того, чтобы узнать, сколько энергии человек затрачивает в сутки.



107

Испытуемого помещают в специальную камеру с двойными стенками из теплоизолирующего материала, устроенную по принципу калориметра (рис. 107). Чтобы человек в камере мог нормально дышать, в нее подают воздух, а углекислый газ улавливают специальными поглотителями. В верхней части камеры находится система извитых труб, через которые протекает вода. Температура воды, поступающей в эту систему и вытекающей из нее, измеряется термометрами. Зная общее количество воды, прошедшей через трубы в течение суток, и разность температур поступившей и удалившейся из них воды, нетрудно определить суточный расход энергии человеческого организма, выраженный в тех или иных единицах измерения, например килоджоулях.

Обмен веществ и энергии. Ассимиляция. Диссимиляция.

1. Почему ассимиляцию и диссимиляцию считают двумя сторонами единого процесса? 2. Как определяют суточный расход энергии в организме?

1. На чашку весов сажают белую мышь, накрывают ее металлической сеткой и уравновешивают весы. Животное бегает по чашке, карабкается по сетке и затрачивает на эту работу много энергии. Уже через 20—30 мин после начала опыта можно заметить, что равновесие нарушилось: чашка с мышью поднялась, стала легче. Постарайтесь найти объяснение результатам этого опыта. Подумайте, как его нужно видоизменить, чтобы показать, что он не противоречит закону сохранения массы. 2. Какая сторона обмена веществ преобладает у растущего организма — ассимиляция или диссимиляция — и чем это доказывается? 3. С какой из сторон обмена веществ связано в основном поступление кислорода из атмосферного воздуха в организм — с ассимиляцией или диссимиляцией? 4. Почему при энергичной физической работе нам становится жарко?

36. НОРМЫ ПИТАНИЯ

Расход энергии у людей, занимающихся различными видами труда. Питание восполняет происходящую при диссимиляции затрату организмом веществ и энергии. Зная, сколько энергии тратят в сутки люди той или иной профессии, можно установить для них *нормы питания.*

Расход энергии у людей можно исследовать в уже знакомых вам камерах для изучения обмена веществ. В таких камерах специально оборудуют рабочие места, обеспеченные всеми необходимыми орудиями труда. Разработаны и другие способы определения расхода энергии человеком. Исследования показали, что затрата энергии тем больше, чем в большей степени деятельность человека связана с физическим трудом. В этом можно убедиться, рассмотрев таблицу 4.

Но только по этим цифрам, показывающим, сколько энер-

гии тратит человек в сутки, нельзя судить о трудности его работы. Каждый ученик знает, что после двухчасовой контрольной работы по математике он устает больше, чем после работы в течение такого же времени в школьной мастерской. А ведь на физический труд организм расходует гораздо больше энергии, чем на умственный.

Вот почему количество энергии, затрачиваемой на работу, не может служить единственным мерилом напряженности труда, его утомительности. Для чего нужно определять суточный расход энергии у людей различных профессий? Это необходимо для установления норм питания.

Определение норм питания. *Для сохранения здоровья и работоспособности человека важно, чтобы получаемая им пища ежедневно полностью возмещала то количество энергии, которое он затрачивает в течение суток.* С этой целью и составляют нормы питания для людей разных профессий. Чтобы определить такие нормы, прежде всего нужно знать, какой запас энергии находится в питательных веществах, какова их *энергетическая ценность.* Это удалось выяснить путем сжигания органических соединений в специальных калориметрах. Сгорание 1 г белков или углеводов дает около 17,2 кДж, а при сжигании 1 г жира освобождается примерно 39,1 кДж. При распаде и окислении этих соединений в организме количество освобождающейся энергии таково же, как при их сгорании.

Но для определения норм питания человека недостаточно знать его суточный расход энергии. Ведь эта цифра лишь показывает, сколько килоджоулей в сутки должен он получать с пищей. При составлении пищевого рациона учитывают, что

Таблица 4

Суточный расход энергии у людей, занимающихся различными видами труда

Учащиеся и рабочие разных специальностей	Суточный расход энергии (в кДж)
Школьники 14—15 лет	10 100—10 500
Студенты	11 800—12 600
Трактористы	12 200—12 600
Токари-инструментальщики	13 900
Литейщики	13 500—14 300
Рабочие на сенокосилке	15 100
Штукатуры	16 400
Каменщики и кладчики	16 800
Плотники	18 900
Пахари (конным плугом)	19 700
Косцы (косой)	30 000

организм нуждается в питательных веществах всех трех групп. Особенно важно, чтобы в пище содержалось достаточное количество белков, ведь они являются основным материалом, из которого образуется вещество клеток. Жиры содержат наибольшие запасы энергии и необходимы для построения вещества клеток, поэтому их присутствие в пище также обязательно. Углеводы — это основной энергетический материал организма. Вот почему люди должны получать с пищей достаточное количество углеводов.

В наши дни профессий так много, что трудно для каждой из них установить особую норму питания. Поэтому профессии подразделены на четыре группы. К каждой из них относят такие профессии, которые требуют примерно одинаковых суточных затрат энергии. На таблице 5 показано, какое количество белков, жиров и углеводов необходимо людям этих профессий.

Можно заметить, что в таблице особо указано количество белков и жиров животного происхождения, необходимых людям разных профессий. Почему люди не могут обходиться только одной растительной пищей? Почему им необходимы белки и жиры животного происхождения?

Белки, находящиеся в растениях, не содержат всех необходимых человеку аминокислот, а значит, не могут обеспечить образования в нашем организме характерных для него белков. Жиры, которые содержатся в продуктах животного происхож-

Таблица 5

Примерные нормы суточной потребности людей в питательных веществах

Питательные вещества	Количество питательных веществ для каждой группы			
	Люди профессий не связанных с физическим трудом	Люди профессий, связанных с физическим трудом		
		механизированным	механизированным или частично механизированным	тяжелым немеханизированным
Белки (в г)	109	122	146	163
в том числе животного происхождения	67	72	82	94
Жиры (в г)	106	116	134	153
в том числе животного происхождения	91	95	108	121
Углеводы (в г)	433	491	558	631
Общая энергетическая ценность пищевого рациона (в кДж)	13 474	15 086	17 270	19 942

дения, по своему составу ближе жирам нашего организма, чем те, которые содержатся, например, в подсолнечном масле. Вот почему в пищевом рационе каждого человека непременно должна быть пища животного происхождения.

Большой вред приносят людям религиозные посты. В эти периоды верующие не едят ни мяса, ни жиров животного происхождения. В результате затрата белков и жиров, которые организм теряет при диссимиляции, не может целиком восполняться. Это ведет к ослаблению организма, способствует возникновению и развитию различных заболеваний.

Молодой организм растет, клетки его размножаются. Для их построения необходимы питательные вещества. Особенно важно, чтобы в пище было достаточное количество белков. Ученик VIII класса, расходующий при диссимиляции примерно 10 100—10 500 кДж в сутки, должен получать с пищей 12 200—12 500 кДж.

В настоящее время, когда человечество вступило в эру космических полетов, перед наукой стоят важные проблемы, связанные с обеспечением космонавтов питанием, ведь им предстоит совершать длительные межпланетные путешествия. В связи с этим ученые разрабатывают нормы питания звездоплавателей, которые в течение многих месяцев и лет будут работать в условиях, резко отличающихся от земных.

1. Как устанавливается суточный расход энергии человека? 2. На основании каких данных разрабатывают нормы питания? 3. Почему человеку необходима пища животного происхождения? 4. Какое значение для человека имеет разнообразие пищи? 5. Какова особенность норм питания растущего организма?

Почему жители полярных стран употребляют много жирной пищи?

Найдите в таблице 4 примеры, показывающие, как механизация трудоемких процессов облегчает человеку определенные виды труда.

ВИТАМИНЫ

Цинга. Двухмачтовый бот «Иркутск», получивший задание обследовать северное побережье Сибири от устья Лены до Колымы, вышел 20 августа 1735 года из Ленской дельты в открытое море, имея на борту 50 человек команды. Но уже через 9 дней корабль был затерт льдами и стал на зимовку. Через некоторое время среди зимовщиков вспыхнула тяжелая болезнь. Люди постепенно слабели, у них воспалялись и начинали кровоточить слизистые оболочки и десны, выпадали зубы, распухали суставы. Это была цинга — бич длительных морских и полярных путешествий. К концу зимовки из экипажа «Иркутска» уцелело всего 9 человек. Остальных, включая капитана, унесла цинга.

Некоторые мореплаватели еще в XVIII веке подметили,

что цинга возникает при питании однообразной пищей и легко излечивается, если больные начинают получать пищу, богатую овощами и фруктами. Но причины, вызывающие цингу, продолжали оставаться неизвестными.

История открытия витаминов. Русский врач Н. И. Лунин в 1881 году проделал очень важный для развития науки опыт. Стремясь выяснить, какие вещества должен получать организм с пищей, он кормил животных совершенно чистыми белками, жирами и углеводами, извлеченными из молока. Кроме этой искусственно изготовленной пищи, он давал животным только воду и все необходимые минеральные соли. Через некоторое время подопытные животные заболевали. Они постепенно слабели, становились все более вялыми и в конце концов погибали. Но если таким животным наряду с этой искусственно изготовленной пищей давали натуральное молоко, они оставались совершенно здоровыми. На основании своих опытов Лунин предположил, что жизнь животных возможна лишь тогда, когда в их пище, кроме белков, жиров, углеводов, воды и минеральных солей, есть еще какие-то вещества, пока неизвестные науке.

Опыты Н. И. Лунина могли пролить свет на загадку цинги, но о них мало кто знал, и постепенно они были забыты. И только спустя почти 30 лет такие же опыты провели зарубежные ученые. В 1910 году были открыты *витамины — вещества, присутствие которых в пище необходимо для нормальной жизни организма.*

Значение витаминов для организма. *Для нормальной жизнедеятельности наряду с белками, жирами и углевода-*

Лунин Николай Иванович (20 января 1853—18 июня 1937) — русский врач. Занимаясь исследованием пищевых потребностей животного организма, разработал оригинальную методику этих исследований и добился несравненно лучшей очистки питательных веществ для искусственной диеты, чем его предшественники.

В докторской диссертации «О значении неорганических солей для питания животных» (1880) показал, что, кроме белков, жиров, углеводов, солей и воды, в пище содержатся особые вещества (ныне называемые витаминами), без которых невозможна жизнь животных.



ми организму необходимы витамины. Ничтожно малое их количество оказывает мощное химическое воздействие на обмен веществ.

Исследования последних лет показали, что в нашем организме витамины участвуют в образовании ферментов. Отсутствие витаминов приводит к задержке образования ферментов и к нарушению биохимических реакций, которые они обусловливают. Это приводит к серьезным расстройствам обмена веществ.

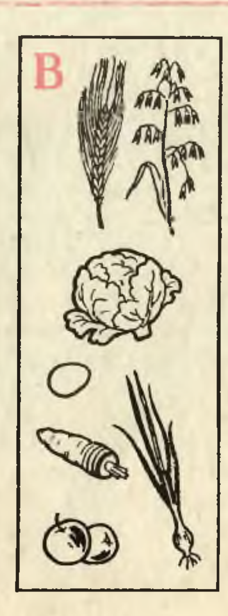
Вот почему недостаток или отсутствие в организме какого-либо витамина приводит к тяжелому нарушению обмена веществ — *авитаминозу.*

Витамины образуются в растительных организмах. Поэтому их много в растительной пище. Есть они и в пищевых продуктах животного происхождения, так как животные живут за счет веществ, построенных растениями. Исследования показали, что наш организм нуждается во многих различных витаминах. Для удобства их называют буквами латинского алфавита. Вы познакомитесь лишь с некоторыми из витаминов, известных в настоящее время (рис. 108).

Витамин С содержится в ряде продуктов растительного происхождения. Особенно много его в ягодах шиповника, а также в черной смородине, капусте, помидорах, лимонах, апельсинах, перце, укропе, моркови, свекле, фасоли, картофеле. Когда организм в течение длительного времени не получает витамин С, развивается авитаминоз — цинга. С проявлениями этой болезни вы уже знакомы.









108

Если больной не получит своевременно пищи, богатой витамином С, или препаратов этого витамина, он умрет. Взрослому человеку нужно получать с пищей 50—75 мг витамина С в сутки.

Витамин А обнаружен не только в ряде продуктов растительного происхождения, но и в животной пище, например в рыбьем жире, сливочном масле, молоке, яичных желтках, печени, почках, рыбьей икре. Вещество, превращающееся в организме в витамин А, содержится в моркови, шпинате, абрикосах, красном перце. Когда организм совсем не получает его или получает в недостаточном количестве, поражаются различные органы: наружная оболочка глаза, легкие, кишечник. Эти органы воспаляются, а иногда на них появляются гнойнички. При недостатке витамина А у людей повышается восприимчивость к инфекционным болезням, а иногда возникает особое заболевание, так называемая «куриная слепота». С наступлением сумерек у таких больных сильно ослабевает зрение. Когда человек начинает получать пищу, богатую витамином А, болезненные явления исчезают. Человек должен получать в сутки примерно 1 мг витамина А.

Витамин А влияет и на рост молодого организма. При недостатке этого витамина в пище дети плохо растут.

Витамины группы В содержатся во многих продуктах растительного и животного происхождения. К этой группе относится несколько витаминов, например B_1, B_6, B_{11}, B_{12}. Рассмотрим значение одного из них. Витамин B_1 влияет на многие процессы обмена веществ. Его наличие в организме необходимо для нормальной деятельности нервной системы. Витамин B_1 обнаружен в неочищенных зернах злаков, семенах бобовых растений, в яичном желтке. Небольшое его количество содержится также в шпинате, капусте, луке, моркови, яблоках.

Когда организм не получает витамина B_1, возникает тяжелый авитаминоз. Он был распространен на некоторых тихоокеанских островах, где питание населения отличалось однообразием — основу питания составлял очищенный (полированный) рис, в котором нет витамина B_1. У заболевших таким авитаминозом людей расстраивалась деятельность нервной системы: начинались судороги, развивались параличи. Эта болезнь приводила к смертельному исходу. Когда был открыт витамин B_1, оказалось, что для ее излечения достаточно давать больному пищу, в которой содержится этот витамин, например неочищенный рис. В кожуре зерен много витамина B_1. Нашему организму требуется 2—3 мг витамина B_1 в сутки.

Витамин D содержится в рыбьем жире, печени, желтке куриного яйца и многих других продуктах. Когда в пище не хватает витамина D, у детей развивается рахит. При рахите рост ребенка замедляется, скелет неправильно формируется, так как содержание солей в костях оказывается пониженным. В связи с этим у больных детей искривлены ноги, голова непомерно велика,

грудная клетка развивается ненормально, живот увеличен. Такие дети очень восприимчивы к различным заболеваниям.

Для предупреждения и лечения рахита применяют искусственные препараты витамина D, которые содержат большое количество этого витамина. Важную роль в предупреждении и лечении рахита играет солнечный свет. Это объясняется тем, что в коже человека есть вещество, которое под действием солнечных лучей превращается в витамин D. Если маленькие дети проводят много времени на свежем воздухе, воздействие лучей солнца на их кожу способствует образованию витамина D.

Итак, *кроме питательных веществ, с пищей обязательно должны поступать в организм все необходимые человеку витамины. Только при этом условии обмен веществ в нашем теле протекает нормально.*

Правила сохранения витаминов в пище. При кулинарной обработке пищи часто разрушаются находящиеся в ней витамины. Поэтому каждый должен знать, как нужно готовить пищу, чтобы сохранить в ней возможно больше этих жизненно необходимых веществ.

Установлено, что витамин А во время варки пищи почти не разрушается. Но при длительном хранении пищевых продуктов, например при сушке, происходит его разрушение. Более сильное действие оказывает высокая температура на витамины группы В. Так, мясо теряет после варки от 15 до 60% этих витаминов. В результате тепловой обработки продукты растительного происхождения теряют около $\frac{1}{5}$ витаминов группы В.

Витамин С разрушается очень легко под воздействием различных условий. Так, например, к его разрушению ведет соприкосновение с воздухом. Вот почему овощи, в которых содержится этот витамин, надо очищать и нарезать только перед самой варкой и ставить на огонь в кастрюле с закрытой крышкой. Витамин С разрушается и под действием высокой температуры в присутствии воздуха. Поэтому, чтобы избежать большой его потери, продукты, в которых он содержится, не следует класть перед варкой в холодную воду. Лучше опускать их сразу в кипящую воду и варить недолго. При кипении воды воздух, растворенный в ней, удаляется. Соприкосновение с металлом также ведет к разрушению витамина С. Вот почему овощи лучше всего варить в эмалированной посуде. Если сваренную пищу съедают лишь через несколько часов после приготовления, то за это время витамин С почти полностью разрушается. Значит, овощные блюда нужно употреблять сразу после их приготовления.

Каждый человек должен ежедневно получать с пищей продукты, которые содержат все необходимые витамины. Много их в свежих овощах и фруктах. Зимой, когда нам особенно не хватает витаминов, источником некоторых из них могут быть, например, яблоки, сырая морковь, капуста, сливочное масло, яйца. Кроме того, к пище по указанию врачей добавляют препараты витаминов, изготовляемые на фармацевтических фабриках.

Население нашей страны хорошо снабжается пищей, богатой витаминами. Это одна из причин снижения заболеваемости в СССР. Овощи и фрукты выращивают теперь во всех климатических зонах Советского Союза.

В наше время перед наукой встал новый вопрос об обеспечении космонавтов во время длительных космических полетов пищей, богатой витаминами. Конечно, космонавты будут уносить с нашей планеты препараты витаминов. Но этого недостаточно.

В космических кораблях, по-видимому, будут выращивать зеленые растения, чтобы использовать их для поглощения из воздуха углекислого газа и обогащения его кислородом.

Витамины. Авитаминозы.

1. Какое значение имеют витамины для организма? 2. Какие вы знаете авитаминозы? 3. Как следувт приготовлять пищу из продуктов, содержащих витамины, чтобы они возможно меньшв разрушались?

Пользуясь таблицами 2, 3, 5, а также рисунком 108, составьте суточный пищевой рацион ученика VIII класса. (На восполнение веществ, затраченных при диссимиляции, и на процвссы роста людям этого возраста каждые сутки нужна пища общей энергетической ценностью примерно 12 600 кДж.) Выполняя задание, помнитв, что на завтрак должно приходиться около 25% суточного рациона, на обед — 50%, на полдник — 15%, а на ужин — 10%.

VIII. ВЫДЕЛЕНИЕ

38. ОРГАНЫ ВЫДЕЛЕНИЯ

Значение выделения продуктов обмена веществ. Растворимые в воде конечные продукты диссимиляции, образующиеся в клетках, проникают в кровь и уносятся ею из тканей. Углекислый газ и некоторое количество водяных паров, как вы знаете, выводятся из организма через легкие. Другие вещества, например мочевина, соли фосфорной кислоты, избыток поваренной соли, растворенные в воде, удаляются из нашего тела в основном через почки. Очень незначительное участие в выведении этих веществ принимают потовые железы, расположенные в коже.

Таким образом, *легкие, почки и кожа — это органы, через которые из организма удаляются конечные продукты диссимиляции и избыток некоторых других веществ.* При этом поддерживается постоянство состава его внутренней среды. Накопление в ней таких веществ привело бы к отравлению и гибели организма.

Строение мочевыделительной системы. Рассмотрите строение мочевыделительной системы по цветной таблице VII.

Почки (1) — небольшие парные органы, имеющие форму бобов. Расположены почки в поясничной области брюшной полости и прилегают к ее задней стенке. От вогнутой стороны каждой почки отходит по тонкой трубочке — *мочеточнику (2).* По мочеточникам непрерывно стекает моча, все время образующаяся в почках. Она попадает в мешковидный орган с толстыми мышечными стенками — *мочевой пузырь (3).* Здесь происходит накопление мочи. При сокращении мышц мочевого пузыря моча удаляется из него наружу через *мочеиспускательный канал.*

Кровь поступает в почки по двум *почечным артериям (4).* Она проходит через капиллярную сеть почек, после чего собирается в две *почечные вены (5),* которые впадают в нижнюю полую вену.

Почка образована наружным, *корковым (6)* и внутренним, *мозговым (7)* слоями. В корковом слое находится множество микроскопических *капиллярных клубочков (8).* Мозговой слой образован несколькими *пирамидами (9).* Внутри пирамид проходят тонкие трубочки, заканчивающиеся отверстиями в *сосочках (10),* которые вдаются в небольшую полость — *почечную лоханку (11).* Из почечной лоханки выходит мочеточник.

Микроскопическое строение почки. Рассматривая тонкие срезы почки под микроскопом, можно убедиться, что она имеет очень сложное строение. В корковом слое видны капсулы *(12),* имеющие форму рюмочек. Каждая из них образована двумя слоями эпителиальных клеток. Между этими слоями находится

узкая полость, которая переходит в извитой почечный каналец *(13)*. Его однослойные стенки тоже состоят из эпителиальных клеток. Каналец делает несколько изгибов-петель и наконец впадает в одну из трубочек, проходящих внутри пирамид.

Проследим теперь за ходом кровеносных сосудов в почке. Микроскопически мелкие веточки почечной артерии *(14)* входят внутрь капсул. Там они образуют плотные, сильно закрученные капиллярные клубочки *(8)*, расположенные в наружном слое почки. Из каждого такого клубочка кровь попадает в мелкий сосуд *(15)*, который покидает капсулу и направляется к почечному канальцу. Здесь этот сосуд вновь разветвляется на капилляры. Они оплетают густой сетью *(16)* петли почечного канальца, а затем собираются в маленькую вену *(17)*. Такие вены сливаются во все более крупные и наконец впадают в почечную вену, выносящую кровь из почки.

Таким образом, сосуды, ветвящиеся в почках, образуют капилляры дважды: сначала — клубочки, лежащие в капсулах, а затем капиллярные сети, оплетающие петли почечных канальцев.

Почечные капсулы. Почечные канальцы. Пирамиды. Капиллярные клубочки почек. Капиллярные сети почек.

? 1. Через какие органы из организма удаляются конечные продукты обмена? 2. Какие вещества удаляются из организма с мочой? 3. Из каких органов состоит мочевыделительная система? 4. Какие кровеносные сосуды снабжают почки кровью и какие уносят ее из них? 5. Какое строение имеет почка? 6. Каково микроскопическое строение почки?

39 ОБРАЗОВАНИЕ МОЧИ

Снабжение почек кровью. Почки обильно снабжаются кровью. В течение 1 мин через них протекает примерно 1,2 л крови, т. е. около ¼ общего ее количества, выбрасываемого сердцем за тот же промежуток времени. *Вот почему в почках кровь успевает быстро отдавать непрерывно поступающие в нее из клеток вещества, подлежащие удалению из организма с мочой.*

Образование первичной мочи. Процесс образования мочи начинается в капсулах наружного слоя почек. Мелкие артерии (цвет. табл. VII, *14*), приносящие кровь к капиллярным клубочкам, шире сосудов *(15)*, через которые кровь из них удаляется. Поэтому в клубочках создается высокое давление крови и составные части кровяной плазмы выжимаются сквозь тоненькие стенки капилляров — фильтруются через них и попадают в капсулы *(8)*. Так образуется *первичная моча.*

Выяснить ее состав помог опыт. В тончайшую стеклянную трубочку, введенную в почечную капсулу, набрали не-

много первичной мочи. Анализ показал, что по концентрации растворенных веществ первичная моча не отличается от кровяной плазмы (табл. 6). В ней содержатся наряду с продуктами диссимиляции и аминокислоты, и глюкоза, и многие другие соединения, необходимые организму. Нет в первичной моче только белков из кровяной плазмы. Это и понятно, ведь белки не фильтруются.

Образование вторичной мочи. Из капсул первичная моча поступает в почечные канальцы. Если взять пробу их содержимого у места впадения в трубочки пирамид, то окажется, что здесь состав мочи уже совсем иной. В ней нет ни аминокислот, ни глюкозы, ни других необходимых организму веществ. Зато концентрация мочевины в моче возрастает примерно в 66 раз. Значительно увеличивается и содержание других веществ, подлежащих удалению из организма (табл. 6). Значит, образование *вторичной мочи* происходит в почечных канальцах. Как совершается этот процесс?

Первичная моча непрерывно проходит через извитые почечные канальцы (13). Эпителиальные клетки, из которых состоят их стенки, активно всасывают из первичной мочи большое количество воды и все вещества, необходимые организму. Из эпителиальных клеток они возвращаются в кровь, текущую по сети капилляров, которая оплетает почечные канальцы *(16).*

Через почки удаляются не только продукты распада, но и избыток питательных веществ, содержащихся в кровяной плазме, например глюкозы. Таким образом почки участвуют в поддержании постоянства состава плазмы крови.

Насколько велика работа, совершаемая почечным эпителием, можно судить, например, по тому, что его клетки всасывают из первичной мочи около 96% содержащейся в ней воды. На эту

Таблица 6

Сравнение состава кровяной плазмы, первичной и вторичной мочи (в %)

Составные части	Кровяная плазма	Первичная моча	Вторичная моча
Белки, жиры, гликоген	7—9	отсутствуют	отсутствуют
Глюкоза	0,1	0,1	отсутствует
Натрий (в составе солей)	0,3	0,3	0,4
Хлор (в составе солей)	0,37	0,37	0,7
Калий (в составе солей)	0,02	0,02	0,15
Мочевина	0,03	0,03	2,0
Вода	составляет основную массу	составляет основную массу	составляет основную массу

работу клетки почечного эпителия затрачивают огромное количество энергии. Поэтому обмен веществ происходит в них очень интенсивно. Это подтверждается тем, что почки, которые составляют всего $^1/_{160}$ массы нашего тела, потребляют примерно $^1/_{11}$ поступающего в него кислорода. Образовавшаяся моча течет по трубочкам пирамид к сосочкам и просачивается через находящиеся в них отверстия в почечные лоханки. Оттуда она стекает по мочеточникам в мочевой пузырь и удаляется наружу.

Предупреждение почечных заболеваний. Под действием некоторых ядов у животных погибают клетки почечного эпителия. Тогда процесс образования вторичной мочи прекращается, и из организма начинает выделяться первичная моча.

Животное непрерывно теряет очень много воды, аминокислот, глюкозы и других необходимых веществ, а в его моче содержится гораздо меньше веществ, подлежащих удалению. Такие животные быстро погибают.

Вредное действие на почечный эпителий человека оказывает злоупотребление острой пищей, содержащей слишком много пряностей. В таких случаях у людей нередко возникают серьезные почечные заболевания.

Но особенно вредно влияет на функции почек злоупотребление алкоголем. Он тяжело поражает клетки почечного эпителия и может совершенно вывести их из строя. В результате этого нарушается, а иногда и прекращается образование мочи. Организм отравляется ядовитыми продуктами обмена веществ, что нередко приводит к смерти.

■ *Первичная моча. Вторичная моча.*

? 1. Какое значение имеет обильное снабжение почек кровью? 2. Где и как образуется вторичная моча? 3. Какими фактами можно доказать, что при образовании мочи почки совершают большую работу и затрачивают много энергии? 4. Каковы меры предупреждения почвчных заболеваний? 5. Как действует на почки злоупотребление спиртными напитками?

! В чем заключается различие в составв двух проб крови, одна из которых взята для анализа из почечной артерии, а другая — из почечной вены?

IX. КОЖА

40. ЗНАЧЕНИЕ И СТРОЕНИЕ КОЖИ

Функции кожи. Кожа — это покровный орган. Она выполняет в организме различные функции.

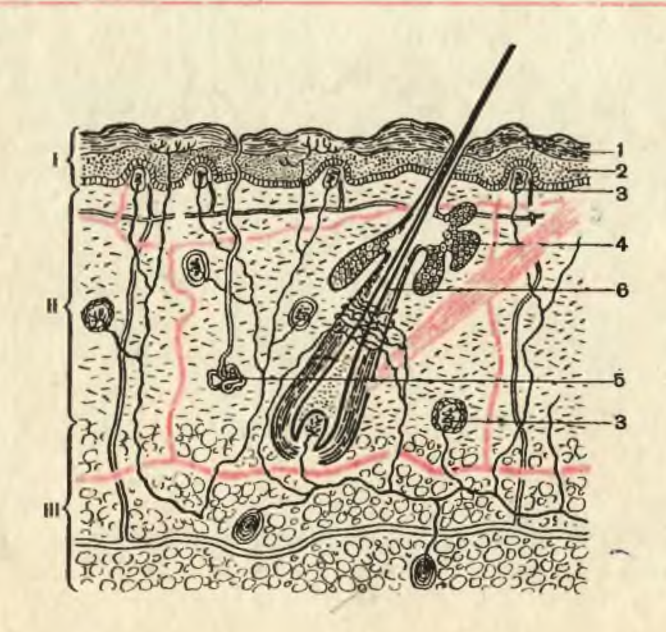
Кожа — защитный орган. Она предохраняет от механических повреждений все лежащие под ней ткани, препятствует потере воды организмом, проникновению внутрь тела посторонних веществ, болезнетворных микробов.

В то же время кожа — это один из органов чувств. В ней находятся различные рецепторы, которые воспринимают раздражения давлением, болью, холодом, теплом. Эти ощущения играют важную роль во взаимодействии организма с окружающей средой. Они часто дают нам возможность избегать ранений, ожогов, обмораживаний. Таким образом, чувствительность кожи связана с ее защитной функцией.

Кожа выполняет и выделительную функцию. Но значение кожи в удалении из организма конечных продуктов жизнедеятельности очень незначительно.

Наконец, кожа выполняет чрезвычайно важную для организма функцию — она участвует в поддержании постоянной температуры тела.

Строение кожи. Чтобы познакомиться со строением кожи, рассмотрим ее поперечный разрез (рис. 109). Снаружи находится тонкий поверхностный слой — *эпидермис (I).* Внутренний



слой кожи гораздо толще. Это *собственно кожа (II).* Еще глубже лежит *подкожная жировая клетчатка (III)*, где находятся жировые отложения.

К коже относятся и находящиеся на ней роговые образования — *волосы* и *ногти.*

Эпидермис (I) образован эпителиальной тканью. На его поверхности лежат, плотно примыкая друг к другу, ороговевшие мертвые клетки, имеющие вид почти бесцветных чешуек *(1).* Они-то и образуют защитный слой кожи, непроницаемый для твердых частиц и почти не пропускающий жидкостей и газов из окружающей среды. Под поверхностным слоем эпидермиса расположены живые клетки. Они лежат в несколько слоев *(2).* Эти клетки содержат пигмент. От его количества и состава зависит более светлая и более смуглая окраска кожи людей. Под влиянием солнечных лучей пигментация кожи увеличивается. Загорелая кожа не пропускает внутрь организма бо́льшую часть вредных для него ультрафиолетовых лучей солнечного спектра.

Под воздействием окружающей среды находящиеся на наружной поверхности эпидермиса роговые чешуйки постоянно стираются и слущиваются. Но благодаря непрерывному размножению лежащих под ними живых клеток они все время заменяются новыми. Приближаясь к поверхности кожи, эти клетки постепенно становятся все более плоскими и в конце концов роговеют и отмирают.

Собственно кожа (II) образована соединительной тканью, межклеточное вещество которой состоит из упругих волокон. Они придают коже эластичность. Если оттянуть кожу, например, на тыльной стороне кисти руки, то она растягивается, но, как только ее отпускаешь, она возвращается в прежнее положение. Благодаря своей эластичности кожа не препятствует движениям, совершаемым человеком.

Собственно кожа вдается бугорками и валиками в эпидермис. Это основная часть кожи. Здесь находятся *рецепторы (3), сальные (4)* и *потовые (5) железы, волосяные сумки (6)*, кровеносные и лимфатические сосуды.

Сальные железы выделяют жир — кожное сало. Смазывая кожу и волосы, оно смягчает их. Тонкий слой жира, покрывающий кожу, не пропускает внутрь тела воду и другие жидкости, которые могут быть вредны для организма. Они скатываются по смазанной жиром поверхности кожи.

Потовые железы расположены в собственно коже. Каждая из них представляет собой трубочку, начинающуюся плотно закрученным клубочком. Выпрямленная часть такой трубочки — выводной проток — открывается на поверхности кожи отверстием.

Клубочки оплетены кровеносными капиллярами. Из движущейся по ним крови в потовые железы проникает вода, в которой растворено очень малое количество поваренной соли, мочевины

и некоторых других веществ. Образовавшийся пот выделяется на поверхность кожи через отверстия выводных протоков.

Волосы (рис. 109, *б*) и *ногти* — это кожные роговые образования. Они непрерывно растут благодаря размножению эпителиальных клеток живого слоя эпидермиса. У людей бóльшая часть кожи покрыта короткими, редко расположенными волосами.

Корни волос — *волосяные луковицы* — лежат в волосяных сумках, расположенных в собственно коже. К корням волос подходят кровеносные сосуды, снабжающие их кровью, и нервные окончания, а также косо расположенные мышцы, которые у человека развиты слабо. При их сокращении угол наклона волос по отношению к коже увеличивается.

Сокращение этих мышц происходит рефлекторно при понижении температуры в окружающей среде. Тогда на поверхности кожи появляются бугорки. Каждый из вас наблюдал у себя такие бугорки — «гусиную кожу». Аналогичное явление происходит при сильном страхе. У человека, находящегося в состоянии ужаса, волосы на голове становятся дыбом.

Сокращение мышц, поднимающих шерсть, имеет важное значение для животных, ведь шерсть защищает их от холода. Когда температура воздуха резко понижается, шерсть животных поднимается и ее слой утолщается. Поэтому прослойка малотеплопроводного воздуха, находящегося в ней, увеличивается, что ведет к уменьшению отдачи тепла телом животного.

Для человека волосяной покров утратил свое значение, но наличие коротких редко расположенных волос на его коже — это одно из важных доказательств того, что нашими предками были млекопитающие животные, имевшие развитый волосяной покров.

Ногти представляют собой видоизменение когтей, имеющихся у наземных позвоночных животных.

Подкожная жировая клетчатка (III) — это самый глубокий слой кожи, образованный жировой соединительной тканью. Этот слой предохраняет организм от чрезмерного охлаждения. Подкожная жировая клетчатка до некоторой степени смягчает ушибы, испытываемые телом. Кроме того, в ней отлагаются запасные жиры организма.

Гигиена кожи. Чистота кожи — это одно из важных условий здоровья человека. Если не смывать с нее уже слущившиеся клетки эпидермиса, то они склеиваются пóтом и кожным салом и закупоривают протоки сальных и потовых желез. Грязь, а в особенности органические остатки благоприятствуют размножению микроорганизмов. На каждом квадратном сантиметре кожи неопрятного человека можно обнаружить до 40 тыс. микробов, среди которых могут оказаться и возбудители различных болезней, например желудочно-кишечных и многих других. Некоторые болезнетворные микроорганизмы проникают в организм через трещины и царапины на нечистой коже. Это иногда

приводит к образованию нарывов, вызывает тяжелое заболевание — рожистое воспаление. Кожные болезни, например стригущий лишай, тоже нередко возникают из-за неопрятности людей. Выяснено, что на чистой коже болезнетворные микроорганизмы подвергаются губительному действию особого вещества, выделяемого ее клетками.

Вот почему человек должен постоянно следить за чистотой своей кожи.

Каждое утро летом и зимой нужно умываться до пояса. Руки необходимо мыть несколько раз в день, особенно перед едой. Не реже одного раза в неделю следует мыться теплой водой в бане, под душем или в ванне.

При поранении кожу вокруг поврежденного места надо смазать настойкой иода. Через раны, куда попадает земля, в организм может проникнуть возбудитель столбняка. При загрязнении ран землей не забывайте обратиться в лечебное учреждение, где вам введут противостолбнячную сыворотку.

Кожные рецепторы. Эпидермис. Собственно кожа. Сальные железы. Потовые железы.

1. Какое значение для организма имеет кожа? 2. Каково строение кожи? 3. Почему необходимо следить за чистотой кожи? 4. Как надо осуществлять уход за своей кожей?

Какое значение для народностей, живущих в тропических и субтропических странах, имеет смуглая окраска кожи?

Вспомните, какое средство применяется при загрязнении раны землей для предотвращения заболевания столбняком — предупредительная прививка или лечебная сыворотка. Почему?

41 РОЛЬ КОЖИ В РЕГУЛЯЦИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ОРГАНИЗМА

Постоянство температуры организма человека. Человек, как и млекопитающие животные, обладает постоянной температурой тела. Почему же наше тело на морозе и в летний зной, во время отдыха и работы сохраняет приблизительно одинаковую температуру, хотя в результате превращений энергии в организме он постоянно нагревается? Вычислено, что у людей, занимающихся очень тяжелым физическим трудом, в течение суток в организме образуется около 21 000 кДж. Такое количество теплоты могло бы нагреть примерно 80 л воды от +37°С до температуры кипения.

Кожа как орган теплопередачи. Вам известно из физики явление теплопередачи: более нагретые тела отдают теплоту соприкасающимся с ними менее нагретым. Наш организм непре-

рывно отдает избыток теплоты в окружающий воздух через поверхность кожи. Но температура воздуха может сильно колебаться. Значит, должно изменяться и количество теплоты, отдаваемой нашим телом в окружающую среду. Разберем, как происходят эти процессы.

В коже расположено очень много мелких кровеносных сосудов и капилляров. Стоит температуре окружающей среды понизиться, как к сосудам кожи проводится по нервам возбуждение. Мышечные стенки сосудов сокращаются, и сосуды суживаются. Тогда к коже притекает меньше крови от органов, где в связи с диссимиляцией непрерывно образуется теплота, и теплопередача уменьшается.

При повышении температуры воздуха кровеносные сосуды кожи под влиянием нервной системы расширяются. Через них протекает больше крови от внутренних органов. Это вызывает увеличение отдачи теплоты организмом.

Расширение и сужение кожных сосудов каждый наблюдал у себя. При очень высокой температуре окружающей среды наша кожа краснеет, а когда мы выходим из теплого помещения на холод, она бледнеет.

Количество теплоты, образующейся в нашем организме, изменяется в зависимости от характера его деятельности. Когда человек совершает физическую работу, образование теплоты в его организме возрастает. Понятно, что и отдача теплоты при этом должна увеличиваться.

При интенсивной физической работе, а также в сильную жару, когда температура воздуха превышает температуру тела или равна ей, одно только расширение кожных сосудов не может освободить организм от избытка теплоты. В таких случаях отдачу теплоты организмом увеличивает испарение пота с поверхности кожи.

Из физики известно, что на переход тела из жидкого состояния в газообразное затрачивается большое количество энергии — так называемая теплота парообразования. Когда возникает возможность перегрева организма, у человека рефлекторно увеличивается отделение пота. Испаряющийся пот быстро отнимает у организма избыток теплоты.

На испарение 1 г пота затрачивается 2,4 кДж, а за сутки наш организм при высокой температуре воздуха или во время очень тяжелой физической работы может выделять до 12 кг пота.

Теплорегуляция у организмов с постоянной температурой тела представляет собой согласованный процесс, совершающийся по принципу саморегуляции. Понижение температуры окружающей среды влечет за собой не только уменьшение отдачи теплоты кожей, но и повышение обмена веществ в тканях. Это приводит к увеличению количества теплоты, образующейся в организме. Точное взаимодействие между продукцией теплоты организмом и отдачей ее через кожу осуществляется благодаря тонко согласованной рефлекторной деятельности.

Тепловой и солнечный удар. Чем меньше в воздухе водяных паров, тем быстрее пот испаряется с поверхности кожи. Поэтому в атмосфере, насыщенной водяными парами, очень трудно переносить жару: организм легко может перегреться, особенно если человек занят физической работой. Такие условия иногда вызывают у людей тепловой удар.

Тепловой удар — это нарушение многих жизненно важных функций организма, наступающее в результате его перегревания. У больного начинается мучительная головная боль, головокружение, мелькание в глазах, шум в ушах. Он дышит очень часто, пульс его слабеет и сильно учащается, кожа бледнеет. Затем может наступить потеря сознания и судороги. При тепловом ударе надо сразу же вызвать скорую медицинскую помощь, а до ее приезда оказать пострадавшему первую помощь. Уложив пострадавшего по возможности в прохладном месте, нужно приподнять его голову и расстегнуть одежду. Чтобы увеличить отдачу тепла, на его лоб кладут холодный компресс, а одежду смачивают водой. Если больной не потерял сознания, ему дают пить прохладную воду. Дальнейшую помощь пострадавшему окажут врачи.

Солнечный удар иногда поражает человека, находящегося под палящими лучами солнца. Для предупреждения солнечного удара надо летом прикрывать голову светлым, хорошо отражающим лучи головным убором. Болезненные явления при солнечном ударе примерно такие же, как и при тепловом. Одинаковы и меры первой помощи при этих заболеваниях.

Ожоги кожи. Ожоги могут быть вызваны действием на кожу солнечных лучей, попаданием на нее едких веществ, соприкосновением с огнем или раскаленными предметами. Поражая кожу, ожог нарушает ее функции. Кроме того, через пораженный участок кожи болезнетворные микробы беспрепятственно проникают в ткани тела. Если кожа человека обожжена более чем на ⅓ поверхности его тела, он может умереть.

Ожоги первой степени наименее опасны. Когда обожженный участок кожи покраснеет и припухнет, его достаточно промыть водным раствором питьевой соды, приложить к нему содовую примочку или смазать жиром. При *ожоге второй степени* на коже образуются пузыри. Наиболее опасны *ожоги третьей степени,* при которых кожа мертвеет. Человеку с ожогом второй или третьей степени может оказать помощь только врач. До отправки пострадавшего в лечебное учреждение нужно ограничиться лишь наложением на обожженный участок тела чистой повязки.

Обмораживание кожи. При обмораживании кожи ее функции нарушаются. Чаще всего обмораживается кожа открытых частей тела — рук, лица. Чтобы предупредить их обмораживание, в сильные морозы перед выходом из дома лицо и руки смазывают жиром. Если в морозную погоду у вас на лице появятся белые пятна и кожа начнет терять чувствительность,

надо сразу энергично растереть побелевший участок. Кровообращение в нем восстановится, и кожа останется неповрежденной. При сильном обмораживании на коже появляются пузыри, а иногда она темнеет. В таких случаях надо прикрыть обмороженный участок повязкой и сразу же обратиться в лечебное учреждение. Омертвение тканей, возникающее при сильных обмораживаниях, может привести к тяжелым для организма последствиям.

Теплорегуляция как одно из проявлений саморегуляции в организме.

1. Как изменяется отдача теплоты организмом при понижении и повышении температуры воздуха? 2. Когда организм отдает больше теплоты — в состоянии покоя или при усиленной мышечной работе? Почему? 3. Чем вызывается тепловой и солнечный удар и каковы меры первой помощи при них? 4. Какую помощь оказывают пострадавшим при ожогах кожи и ее обмораживании?

1. Почему в комнате, где собралось много людей, становится жарко? 2. Почему при энергичной физической работе у нас краснеет кожа? 3. Чем можно объяснить, что рабочие-горновые, например, в керамической промышленности входят ненадолго в остывающую печь, где температура воздуха равна 70—80° С и это для них безопасно, а погружение тела в воду такой же температуры, хотя бы на несколько секунд, смертельно для человека? 4. Почему в некоторых местностях с очень жарким климатом принято пить горячий чай в самые знойные часы дня? 5. Какое значение для организма имеет покраснение открытых частей тела — лица, рук — на сильном морозе? 6. Как изменяется обмен веществ в организме, когда температура окружающего воздуха сильно повышается? С чем это связано?

ЗАКАЛИВАНИЕ ОРГАНИЗМА

Влияние охлаждения организма на его сопротивляемость заболеваниям. Здоровье человека зависит от многих причин. Закаленные люди болеют редко, а изнеженные легко поддаются заболеваниям. Сопротивляемость организма каждого человека болезням тоже не всегда одинакова. Она может понизиться, например, при некоторых вредных воздействиях окружающей среды. К числу таких воздействий принадлежит охлаждение тела — простуда. Понижение обмена веществ в охлажденном организме снижает сопротивляемость инфекциям. Часто простуда способствует развитию гриппа, туберкулеза, ангины.

Как уберечь себя от простуды? Некоторые люди, боясь простудиться, очень тепло одеваются, особенно зимой. Многие наглухо закрывают форточки, окна: как бы не просквозило! Но как раз эти люди больше других подвержены простудным заболеваниям.

Большую роль в сохранении здоровья человека, в повышении сопротивляемости организма заболеваниям играет *закаливание.* Закаленные люди выносливы. Их организм легко справляется с различными неблагоприятными влияниями окружающей среды. Как следует закалять свой организм?

Прежде всего не нужно бояться холода. Зимняя одежда должна быть достаточно теплой. Но одеваться слишком тепло не следует. Закаливанию организма способствуют умеренно теплая температура воздуха в жилых комнатах, регулярное их проветривание, сон при открытом окне или форточке, физический труд и спортивные игры на свежем воздухе в теплую и холодную погоду, катание на лыжах, коньках.

Естественные факторы закаливания организма. *Вода, воздух и солнце — это основные средства закаливания организма.* Как же они на него влияют?

Вы помните, что при повышении температуры окружающей среды кожные кровеносные сосуды расширяются, а при понижении — суживаются. Когда мы погружаемся в холодную воду, происходит сужение кожных сосудов. Кровь отливает от поверхности тела и притекает к внутренним органам. В связи с этим их деятельность становится более энергичной. Это ведет к повышению обмена веществ, к ускорению окислительных процессов, а следовательно, к значительному согреванию. Сердечная деятельность становится более энергичной. Поэтому ускоряется движение крови по сосудам, к коже притекает много согретой крови, и поверхность тела не переохлаждается.

Когда человек купается в море, реке, озере, обтирает тело водой или делает прохладное обливание, у него повышается обмен веществ и все жизненные процессы в его организме протекают энергично.

У человека, регулярно проводящего водные процедуры, реакции расширения и сужения кожных сосудов становятся все более быстрыми и точными. Стоит понизиться температуре окружающей среды — и сразу же организм приспосабливается к новым условиям: кожные сосуды суживаются, обмен веществ повышается. Вот почему такие люди мало подвержены простуде, ведь у них охлаждение не только не угнетает деятельности организма, но, наоборот, повышает ее.

Прохладный воздух влияет на организм так же, как водные процедуры, но менее сильно.

При действии на нашу кожу солнечных лучей происходит расширение ветвящихся в ней сосудов. Это тоже повышает обмен веществ. Солнечное облучение, как вы уже знаете, способствует образованию в организме витамина D. Поэтому пребывание на солнце очень полезно для предупреждения рахита у маленьких детей. Установлено также, что солнечные лучи усиливают деятельность кроветворных органов. Подобно водным процедурам, солнечные ванны помогают организму быстро

приспосабливаться к изменениям температуры окружающей среды. Под действием длительного солнечного облучения кожа людей темнеет — принимает коричневый оттенок.

Но неумеренное пользование водой, воздухом и солнцем может привести к вредным последствиям, вызвать заболевания. Если человек купается слишком долго, то усиленный обмен веществ не может восполнить потерю тепла поверхностью тела. Тогда организм переохлаждается. Иногда люди, желая быстро закалить свой организм, начинают сразу обливаться очень холодной водой, купаться ранней весной, принимать воздушные ванны слишком низкой температуры. Из-за неподготовленности к таким резким воздействиям организм переохлаждается. В результате человек, вместо того чтобы стать выносливым, может причинить вред своему здоровью.

Закаливание надо проводить постепенно, с учетом индивидуальных особенностей организма. Вот почему, приступая к закаливанию, следует получить от врача указания о том, как его проводить. Лучше всего начать приучать свой организм к водным процедурам с обтирания всего тела водой комнатной температуры после утренней гимнастики. Затем можно постепенно переходить к обтиранию более холодной водой, а спустя некоторое время — к обливаниям, сначала прохладной, а потом и холодной водой.

Так же постепенно нужно приучать себя к купанию и действию прохладного воздуха. Купание в естественных водоемах можно начинать только тогда, когда вода в них прогреется до +20° С. Но если человек купается регулярно каждый день, то впоследствии его организм сможет переносить и более низкую температуру воды. Согреванию тела при купании способствует усиленная работа мышц во время плавания.

Неумеренное пользование солнечными ваннами может привести к вредным последствиям — тяжелым ожогам кожи и даже солнечному или тепловому удару. Кроме того, ультрафиолетовые лучи солнечного спектра иногда оказывают на живые клетки вредное воздействие, что может вызвать тяжелые заболевания. Поэтому приучать организм к действию солнца надо тоже постепенно.

Вначале длительность солнечных ванн не должна превышать 5 мин. Затем можно увеличивать их продолжительность до 45—50 мин, но не более. Для равномерного облучения всей поверхности кожи надо поворачиваться каждые 5 мин. Чтобы не перегревалась голова, ее нужно защищать светлой тканью.

Как же каждый из вас может закалять свой организм? Сон при открытой форточке, утренние прохладные обтирания, ежедневные прогулки, спортивные игры на свежем воздухе, туристские походы — все это повысит сопротивляемость вашего организма вредным воздействиям внешней среды.

В нашей стране построено и строится много новых стадионов, водных станций, катков, лыжных баз, бассейнов для плавания, где и взрослые и дети укрепляют свой организм. Внедрение в быт массовой физкультурной и спортивной работы играет большую роль в предупреждении болезней, повышении работоспособности, увеличении продолжительности жизни людей.

■ *Факторы закаливания организма.*

? 1. Какие вредные воздействия окружающей среды чаще всего способствуют развитию болезней? 2. Как влияют на организм водные процедуры и действие прохладного воздуха? 3. Как влияет на организм умеренное пользование солнечными лучами? 4. В чем заключаются основные гигиенические требования к закаливанию организма? 5. Какие общественные мероприятия в нашей стране способствуют закаливанию организма людей?

43. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОДЕЖДЕ

Требования, предъявляемые к одежде. *Основные гигиенические требования к одежде — это проницаемость для воздуха и влаги, способность впитывать ее. Кроме того, одежда должна быть удобной и возможно более легкой.*

Проницаемость для воздуха важна потому, что накопление пота под одеждой затрудняет теплоотдачу, загрязняет кожу. Сквозь ткани, хорошо пропускающие воздух, пот испаряется легко. Это не только способствует нормальной регуляции температуры нашего тела, но и препятствует накоплению на его поверхности продуктов разложения пота.

Не меньшее значение имеет способность впитывать влагу. Ткани, всасывающие пот, позволяют ему легко испаряться с их поверхности. Вот почему вредно подолгу носить одежду и обувь, малопроницаемые для воздуха и влаги. Задерживаясь на коже, пот в жаркую погоду испаряется с трудом, так как пространство под плотной одеждой быстро насыщается водяными парами. Вследствие этого отдача тепла становится меньшей, что способствует перегреванию организма. В холодную погоду пот, не удаляющийся с поверхности тела, смачивает белье. Из-за этого оно становится более теплопроводным, что вызывает увеличение отдачи тепла организмом. Вот почему зимой ноги зябнут в резиновой обуви. На обувных фабриках для изготовления подошв используют микропористую резину, пронизанную мельчайшими отверстиями, которые делают ее проницаемой для воздуха.

Зимнюю одежду изготавливают из материалов, волокна которых расположены рыхло: шерстяных тканей, фланели, меха и их разнообразных синтетических заменителей. Пространства

между волокнами тканей заполнены воздухом. Вы знаете, что воздух плохо проводит тепло.

Обычно зимнюю одежду изготовляют из темных шероховатых тканей. На солнечном свету они поглощают тепловые лучи.

Зимой, когда мы выходим на улицу, на нас надето и теплое белье, и платье, и пальто на вате или шуба. На ногах мы носим теплые чулки и ботинки, а на голове — меховую шапку или теплый платок. Между слоями одежды находятся пространства, заполненные воздухом, значительно уменьшающим отдачу тепла организмом. Но толщина одежды не мешает постоянной смене воздуха у поверхности тела, так как разность температур между ним и окружающей средой очень велика.

Летняя одежда не должна препятствовать свободной отдаче теплоты тела воздуху. Вот почему ее изготовляют из тонких тканей. Вместе с тем нужно, чтобы их поверхность поглощала мало тепла. Это достигается тем, что летние ткани имеют обычно светлую окраску и гладкую поверхность, отражающую солнечные лучи. Наиболее гигиенично летнее платье из льняных и хлопчатобумажных тканей. Шелк и капрон менее гигиеничны, так как они малопроницаемы для воздуха и влаги.

Одежда должна быть чистой. Грязь склеивает волокна тканей платья, поэтому уменьшается их проницаемость для воздуха и воды. Скапливающиеся в загрязненной одежде продукты разложения пота, кожного сала и некоторых других веществ создают благоприятную среду для жизни и размножения микробов, в том числе и болезнетворных. Кроме того, эти вещества обладают тяжелым запахом.

Какие гигиенические правила надо соблюдать для поддержания чистоты одежды?

Не реже раза в неделю нужно после мытья надевать свежее белье. Легкое летнее платье тоже необходимо часто стирать. Шерстяную одежду следует ежедневно чистить платяной щеткой. В случае загрязнения шерстяных платьев, костюмов их стирают или отдают в химическую чистку.

? 1. Какое значение для человека имеет одежда? 2. Каковы основные требования, предъявляемые к одежде? 3. Какими свойствами должна обладать зимняя одежда и из каких тканей ее изготавливают? 4. Каковы основные требования к летней одежде и какие ткани нужно применять для ее изготовления? 5. Почему одежду надо содержать в чистоте? Как это нужно делать?

! 1. Почему одежда должна быть сухой? 2. Почему в тесной обуви зимой ноги мерзнут, а в жаркую погоду сильно нагреваются? 3. Какие условия, благоприятные для жизни, находят микробы в грязной одежде?

X. НЕРВНАЯ СИСТЕМА

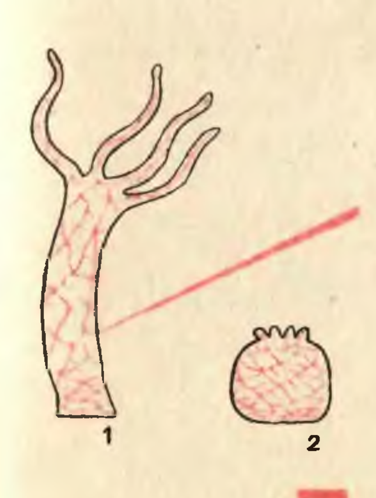
44. РАЗВИТИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ

Реакции на раздражения у различных групп животных и человека. Способность реагировать на раздражения свойственна животным и человеку. Из зоологии вы помните, что одноклеточные простейшие животные обладают раздражимостью. Они удаляются от кристаллика соли, помещенного в воду, передвигаются из освещенных мест в затемненные, собираются вокруг водорослей, выделяющих в воду кислород. Способностью реагировать на раздражения обладает все одноклеточное тело простейших.

У низших многоклеточных животных, принадлежащих к типу кишечнополостных, таких, как гидры, медузы, уже есть нервная система очень простого строения. Это сеть клеток, имеющих форму звездочек. Они соприкасаются друг с другом своими отростками (рис. 110).

Клетки, воспринимающие раздражения, — рецепторы — находятся в наружном слое тела этих животных. Возникшее в рецепторе возбуждение распространяется по всей сети нервных клеток, и организм гидры реагирует на раздражение. Стоит прикоснуться к какому-либо участку ее тела тонкой иглой *(1)* — и все тело сжимается в комочек *(2)*.

У животных с более высокой организацией появляется центральная нервная система. У дождевого червя и членисто-



110



111

ногих она имеет вид цепочки с утолщенными нервными узлами. От узлов отходят нервы ко всем органам (рис. 111). Изучая зоологию, вы познакомились с некоторыми рефлексами червей и насекомых.

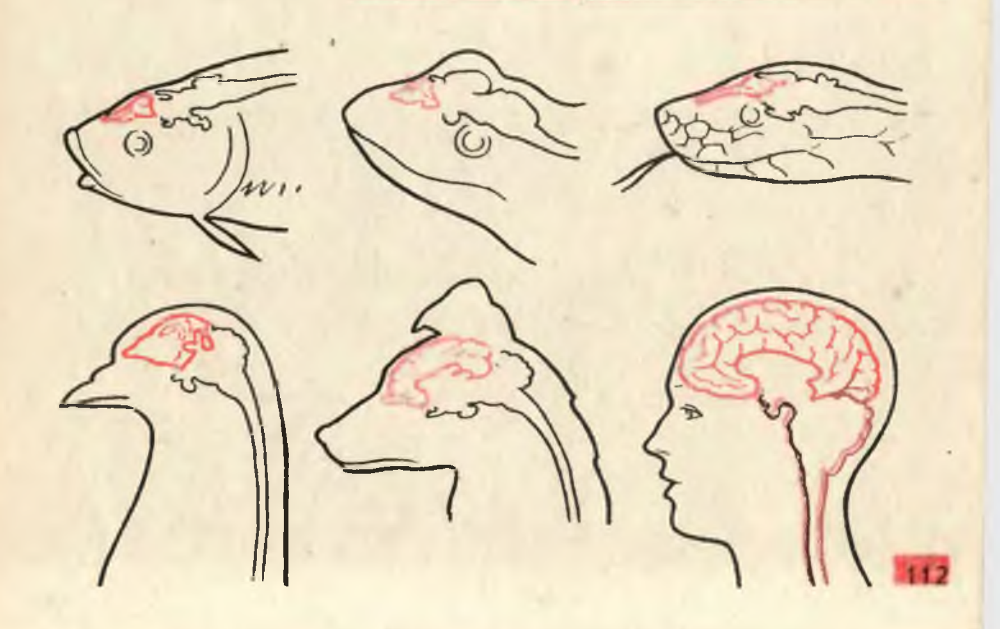
У всех позвоночных животных и человека эволюция нервной системы шла иным путем. Их центральная нервная система образована головным и спинным мозгом. От нее отходят нервы ко всем органам тела.

По мере усложнения организации позвоночных — от рыб до млекопитающих — строение и функции центральной нервной системы этих животных также становятся все более сложными. Особенно ясно это проявляется в развитии головного мозга. На рисунке 112 изображено постепенное усложнение строения этого органа у позвоночных.

Рассматривая рисунок, можно заметить: *чем выше организация позвоночных животных, тем сильнее развиты у них полушария переднего мозга. В связи с этим и функции нервной системы становятся все более разнообразными.* Самого высокого развития нервная система достигает у человека.

Значение нервной системы. При изучении деятельности различных органов вы убеждались в том, что она всегда осуществляется при участии нервной системы.

Сокращение мышц в организме происходит только тогда, когда к ним проводится возбуждение от центральной нервной системы. Стоит повредить дыхательный центр животного, как дыхательные движения у него прекращаются.



112

Отделение слюны и желудочного сока, выделение пота, изменение просвета кровеносных сосудов — все эти рефлексы осуществляются при участии нервной системы.

Значит, нервная система играет важнейшую роль в регуляции функций организма.

Во время физической работы происходит повышение обмена веществ в организме. В связи с этим сокращения сердца усиливаются, дыхание учащается и углубляется, кровеносные сосуды в работающих мышцах расширяются, отдача тепла организмом увеличивается благодаря одновременному расширению кожных сосудов и увеличению количества выделяемого пота.

Эти изменения функционирования органов связаны с рефлексами, которые играют важную роль в приспособлении организма к конкретным условиям его деятельности.

Итак, нервная система имеет важное значение в осуществлении согласованной деятельности разных систем органов целостного организма.

Рассмотрим на известных вам примерах одну из сложнейших функций нервной системы.

Когда температура окружающего воздуха понижается, наш организм отвечает на это изменение внешних условий рядом рефлексов. Кожные сосуды суживаются, количество выделяемого пота уменьшается, сердечные сокращения ускоряются и усиливаются, дыхание учащается и углубляется.

Наступив босой стопой на острый камень, мы тотчас отдергиваем ее. Объясняется это тем, что раздражение рецеп-



Бурденко Николай Нилович (8 мая 1876—11 ноября 1946) — выдающийся хирург, один из основоположников нейрохирургии, Герой Социалистического Труда (1943), организатор Академии медицинских наук и ее первый президент (1944—1946).

Н. Н. Бурденко одним из первых в СССР ввел в практику медицины операции на центральной и периферической нервной системе. Его научная деятельность охватывает ряд крупнейших раздвлов хирургии и смежных с ней областей. Ему принадлежит разработка методики ряда операций спинного и головного мозга.

Н. Н. Бурденко был одним из выдающихся организаторов советского здравоохранения. За лучшие работы в области нейрохирургии удостоен Государственной премии (1941).

торов кожи вызывает рефлекторное сокращение тех групп мышц, которые сгибают ногу.

Эти примеры свидетельствуют о том, что связь организма с внешней средой осуществляется благодаря деятельности нервной системы.

Перечисленные функции нервной системы свойственны человеку и животным.

Нервная система человека обладает чрезвычайно сложным строением, и функции ее очень многообразны. Испокон веков считалось, что вторжение ножа хирурга в центральную нервную систему человека невозможно. Но в наши дни ученые-медики разрабатывают все новые и новые методики операций на головном и спинном мозге. Н. Н. Бурденко, выдающийся советский хирург, осмелился впервые вторгнуться в жизненно важные участки головного мозга, считавшиеся до того недоступными для хирургического ножа. Н. Н. Бурденко по справедливости считается основоположником нейрохирургии.

При изучении главы «Высшая нервная деятельность» вы узнаете, что чрезвычайно сложные функции нервной системы человека имеют ряд особенностей, которые резко отличают его от животных. Сознательная деятельность людей, их труд, изменяющий природу, их общественные взаимоотношения — все это связано со сложнейшими процессами, протекающими в головном мозге.

? 1. От чего зависит бо́льшая сложность поведения высокоорганизованных животных по сравнению с животными, имеющими более низкую организацию? 2. От развития какого органа зависит сложность поведения позвоночных животных различных классов? 3. Развитие какого органа обусловливает чрезвычайно сложные функции нервной системы человека? 4. Какие функции в организме выполняет нервная система?

▲ Вспомните, с какими рефлексами червей и членистоногих вы знакомились при изучении зоологии. Подберите примеры, показывающие, как по мере усложнения строения головного мозга позвоночных усложняется их поведение.

45. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ СПИННОГО МОЗГА

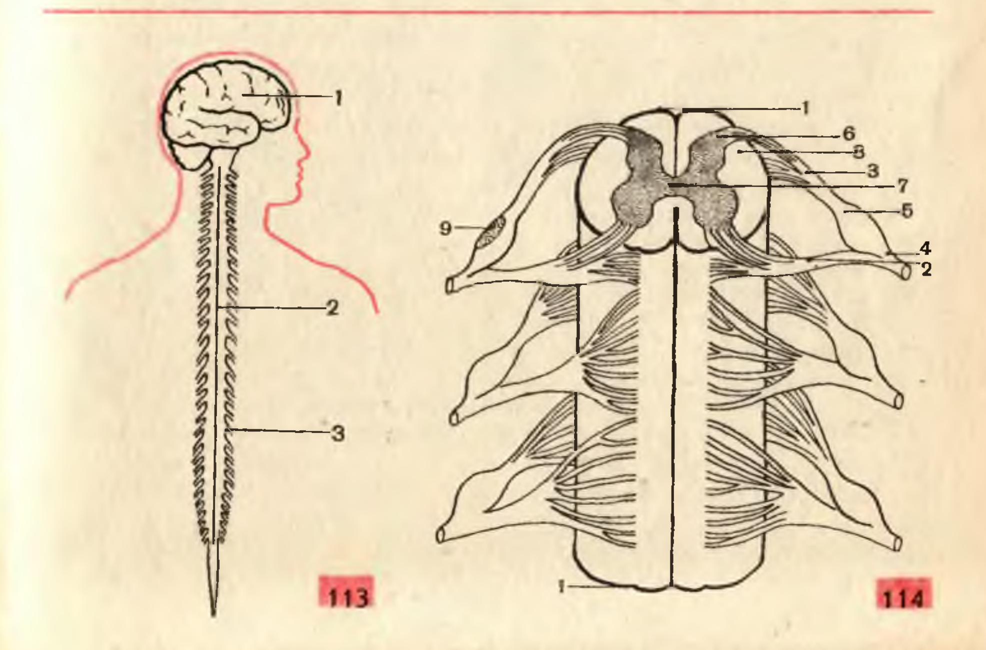
Основные отделы нервной системы. Центральная нервная система, как вам известно, образована головным (цвет. табл. VIII, *1* и рис. [redacted], *1*) и спинным мозгом *(2)*, а периферическая — отходящими от них нервами *(3)* и нервными узлами.

Более подробное знакомство со строением и функциями нервной системы мы начнем с изучения спинного мозга.

Строение спинного мозга. Спинной мозг расположен в

костном позвоночном канале и тянется от головного мозга до поясничного отдела позвоночника в виде длинного белого шнура диаметром около 1 см. На передней и задней поверхности спинного мозга находятся две глубокие продольные борозды. Они делят его на правую и левую половины. От спинного мозга (рис. **114**, *1*) отходит 31 пара смешанных (см. с. 23) ***спинномозговых нервов***, каждый из которых начинается двумя ***корешками—передним*** *(2)* и ***задним*** *(3)*. Соединившись между собой, оба корешка образуют нерв *(4)*. На задних корешках видны утолщения *(5)*. Рассматривая поперечный разрез спинного мозга, можно увидеть, что внутренняя его часть образована ***серым веществом*** *(6)*. На срезе оно напоминает по форме бабочку с расправленными крыльями. В центре спинного мозга, вдоль него, проходит узкий спинномозговой канал *(7)*, заполненный спинномозговой жидкостью. Наружный слой спинного мозга образован ***белым веществом*** *(8)*, состоящим из длинных отростков нейронов. Некоторые из этих отростков, направляясь вверх и вниз, соединяют различные уровни спинного мозга, образуя нервные пути. Другие отростки, уже вне пределов спинного мозга, образуют передние и задние корешки спинномозговых нервов. Задние корешки состоят из коротких отростков центростремительных нейронов, а передние—из длинных отростков центробежных нейронов.

Если разрезать утолщение на заднем корешке, то внутри его можно увидеть скопление серого вещества *(9)*, где находятся тела центростремительных нейронов.



113

114

Коленный рефлекс. Рассмотрим один из простейших спинномозговых рефлексов человека — коленный. Его легко пронаблюдать у себя. Для этого надо сесть, перекинуть ногу на ногу (цвет. табл. IX, *I*) и, нащупав ниже надколенника свободно висящей ноги его связку, слегка ударить по ней ребром ладони или линейки. Тогда в коленном суставе произойдет рефлекторное разгибание. Разберем, как осуществляется этот рефлекс (цвет. табл. IX, *II*).

Связка надколенника *(1)* связана с мышцей, в которой находятся рецепторы *(2)*. При ударе по связке мышца натягивается и в ее рецепторах возникает возбуждение.

Возбуждение проводится по центростремительным нейронам *(3, 4, 5)* в серое вещество спинного мозга *(6)*, где осуществляется передача возбуждения на центробежные нейроны *(7)*, по которым возбуждение передается мышцам ноги, и они сокращаются, вызывая разгибание ее в колене.

Таким образом, в коленном рефлексе участвуют два вида нейронов — центростремительные и центробежные.

Рефлекторные дуги. Дуга коленного рефлекса состоит из рецепторов *(2)*, находящихся в мышце, центростремительных нейронов *(3, 4, 5)*, участка серого вещества центральной нервной системы *(6)*, где возбуждение передается на центробежные нейроны *(7)*, и мышц *(8)*, которые реагируют на раздражение.

Простейшая рефлекторная дуга, например коленного рефлекса, образована двумя нейронами — центростремительным и центробежным. В дугах большинства других спинномозговых рефлексов участвует, кроме того, один или несколько *вставочных нейронов* (цвет. табл. IX, *III, 9*), через посредство которых возбуждение передается с центростремительного на центробежный путь.

Функции спинного мозга. Вы познакомились с некоторыми функциями спинного мозга, когда наблюдали рефлексы лягушки, лишенной головного мозга. Вы помните, что у такой лягушки проявляются лишь самые простые рефлексы: она отдергивает заднюю конечность в ответ на раздражение пальцев щипком или погружением в кислоту. Если прищемить пальцы сильно или подействовать на них более концентрированной кислотой, то в движение придет не только та конечность, которую раздражали, но и другая задняя конечность, а иногда и обе передние. При сильном раздражении возбуждение передается через вставочные нейроны на другую сторону тела и на другие уровни спинного мозга (рис. **116**). Передача возбуждения вверх и вниз по спинному мозгу происходит по отросткам нейронов, проходящим в его белом веществе. Эти отростки образуют *проводящие пути* спинного мозга. Они не только связывают друг с другом различные его уровни, но и передают возбуждения из спинного мозга в головной и из головного в спинной.

Наличием проводящих путей в спинном мозге объясняются и более сложные рефлексы, которые можно пронаблюдать у лягушки, лишенной головного мозга. Если ей наклеить на кожу брюшка кусочек фильтровальной бумаги, пропитанной 1-процентным раствором серной кислоты, то животное движениями одной, а иногда и обеих задних конечностей смахивает бумажку с кожи (рис. **116**).

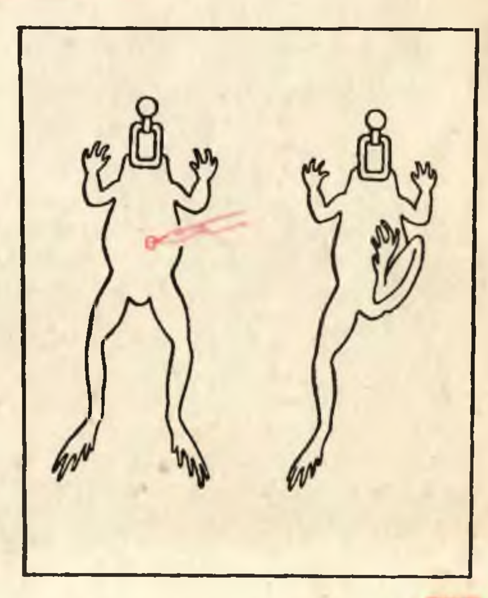
Во время наблюдения за такой лягушкой удается видеть и торможение спинномозгового рефлекса (см. с. 24—25): при почесывательных движениях сокращения мышц конечности чередуются с их расслаблениями. Но даже реакция на раздражение пальцев стопы кислотой представляет собой взаимодействие процессов возбуждения и торможения в центральной нервной системе. В самом деле, когда к мышцам — сгибателям какого-либо сустава проводится возбуждение, они сокращаются. Одновременно возникает торможение в нейронах, отростки которых подходят к мышцам — разгибателям этого сустава, и они расслабляются.

Влияние деятельности головного мозга на спинномозговые рефлексы. У позвоночных животных на деятельность спинного мозга большое влияние оказывает головной мозг. Чем выше организовано такое животное, тем более значительную роль играет головной мозг в его спинномозговых рефлексах.

Лягушка, лишенная головного мозга, в течение некоторого времени сохраняет спинномозговые рефлексы. По-иному переносят такую операцию высокоорганизованные позвоночные



115



116

животные — птицы и млекопитающие. Они умирают после того, как у них оказывается разрушенным весь головной мозг. Поэтому спинномозговые рефлексы сразу исчезают.

У человека спинномозговые рефлексы в большей мере, чем у животных, зависят от сложнейших нервных процессов, протекающих в головном мозге, хотя и у людей наблюдаются некоторые очень простые рефлексы, такие, например, как коленный.

Чтобы понять, насколько велика у человека зависимость спинномозговых рефлексов от деятельности головного мозга, рассмотрим пример. Известны случаи, когда в результате ранения или перелома позвоночника у человека повреждается спинной мозг и связь между ним и головным мозгом прерывается. Это приводит к очень тяжелому заболеванию. Головной мозг у таких людей функционирует нормально. Но большинство спинномозговых рефлексов, центры которых расположены ниже места повреждения, исчезают. Такие люди могут, например, поворачивать голову, совершать жевательные движения, изменять направление взгляда, иногда у них действуют руки. Нижняя же часть их тела совершенно лишена чувствительности и неподвижна, хотя сохраняет очень немногие, самые простые спинномозговые рефлексы. Но и эти рефлексы сильно отличаются от рефлексов здоровых людей.

Спинномозговые рефлексы врожденные. Они наследуются потомством от родителей и сохраняются у людей со здоровой нервной системой в течение всей жизни. Такие рефлексы называются безусловными.

■ *Задний корешок спинномозгового нерва. Передний корешок спинномозгового нерва. Вставочный нейрон. Безусловный рефлекс.*

? 1. Каково строение нервной системы? 2. Каково строение спинного мозга? 3. Каково взаимное расположение серого и белого вещества в спинном мозге? 4. Как осуществляется коленный рефлекс? 5. Чем отличается дуга коленного рефлекса от дуг большинства других рефлексов? 6. Какое значение имеет взаимодействие процессов возбуждения и торможения в осуществлении спинномозговых рефлексов? 7. Какие доказательства влияния головного мозга на спинномозговые рефлексы вы знаете?

! 1. Что произойдет, если у лягушки перерезать задний корешок спинномозгового нерва, входящего в заднюю конечность? Сохранит ли эта конечность чувствительность? 2. Сможет ли лягушка ею двигать? 3. Сохранится ли чувствительность конечности при перерезке одного только переднего корешка этого нерва? Сохранится ли способность ее к движению?

▲ Пронаблюдайте у себя коленный рефлекс.

46. ЗАДНИЙ, СРЕДНИЙ И ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ МОЗГ

Отделы головного мозга. Головной мозг состоит из трех отделов: *заднего мозга,* в который входят *продолговатый мозг* (цвет. табл. X, *I*), *мост (2), мозжечок (3); среднего мозга (4)* и *переднего мозга,* образованного *промежуточным мозгом (5)* и *большими полушариями.* У человека сильно развитые большие полушария покрывают средний и промежуточный мозг, которые можно увидеть на разрезе головного мозга. На цветной таблице X показан внешний вид головного мозга сбоку *(I)* и вид его в продольном разрезе *(II).*

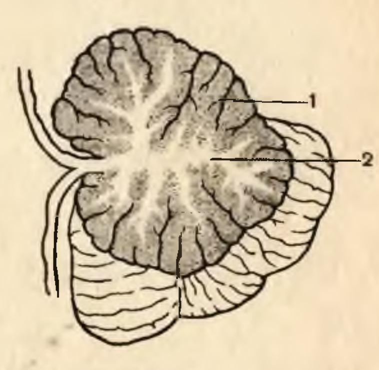
Черепно-мозговые нервы. От головного мозга отходят 12 пар черепно-мозговых нервов (рис. 117): первые две пары нервов начинаются от больших полушарий, а остальные — от скоплений серого вещества — *ядер* — других частей головного мозга.

На рисунке 117 нетрудно найти, например, центростремительные *зрительный (II)* и *слуховой (VIII) нервы,* по которым возбуждение проводится от органов зрения и слуха в головной мозг. *Глазодвигательный нерв (III),* проводящий возбуждение от головного мозга к глазному яблоку, состоит в основном из отростков центробежных нейронов. К числу смешанных черепно-мозговых нервов относится, например, *блуждающий нерв (X).*

Задний мозг. Значение отдельных частей головного мозга удалось выяснить посредством опытов, которые ставились на собаках.



117



118

Продолговатый мозг представляет собой продолжение спинного мозга. В продолговатом мозге и мосте серое вещество располагается в виде ядер внутри белого вещества.

Повреждение продолговатого мозга у животных и человека приводит к мгновенной смерти, поскольку в его ядрах расположены центры жизненно важных рефлексов, например дыхательных, сердечно-сосудистых. В продолговатом мозге находятся также центры слюноотделения, желудочного и поджелудочного сокоотделения, глотания и многие другие.

Мозжечок (рис. 118) расположен в затылочной части головного мозга, непосредственно над продолговатым. Снаружи он покрыт серым веществом — корой мозжечка. Внутри мозжечка находится белое вещество. Выходящие из мозжечка отростки нейронов соединяют его с другими отделами центральной нервной системы.

Наблюдая за животными, у которых был удален мозжечок, ученые выяснили значение этого отдела головного мозга. Когда животные поправлялись после операции, у них наблюдалось расстройство движений. Они могли ходить, бегать, прыгать, плавать, но все это делали очень неуклюже. При ходьбе и беге они широко расставляли лапы, чересчур сильно ударяли ими по земле, пошатывались из стороны в сторону. Через некоторое время после удаления мозжечка движения частично восстанавливались.

Это объясняется тем, что деятельность других отделов центральной нервной системы перестраивалась и они принимали на себя некоторые функции удаленного мозжечка. Лишенные мозжечка птицы теряют способность летать. Они беспомощно хлопают крыльями, но удержаться в воздухе не могут. Когда у людей вследствие заболевания или несчастного случая нарушается нормальная деятельность мозжечка, они теряют способность к точным, согласованным движениям. Таким людям не удается, например, продеть нитку через игольное ушко.

Значит, деятельность мозжечка связана с рефлексами, благодаря которым движения точно согласуются друг с другом. Это врожденные — безусловные рефлексы.

Средний и промежуточный мозг. Рассмотрим некоторые функции среднего и промежуточного мозга. Возбуждения, которые средний мозг постоянно посылает к скелетным мышцам, поддерживают их напряжение — *тонус*. Только после смерти или в результате повреждения нервов, подходящих к мышцам, тонус исчезает.

Промежуточный мозг играет важную роль в регуляции и согласовании физиологических процессов, протекающих в различных системах внутренних органов.

Бо́льшая часть дуг сложных двигательных рефлексов, таких, как ходьба, бег, плавание, проходит через промежуточный мозг.

Проводящие пути головного мозга. В белом веществе продолговатого мозга, моста, среднего мозга, промежуточного мозга, больших полушарий находятся проводящие пути. Они связывают головной мозг со спинным, а также части головного мозга между собой. Благодаря проводящим путям вся центральная нервная система функционирует как единое целое. Деятельность головного мозга, особенно его больших полушарий, оказывает влияние на любой спинномозговой рефлекс.

■ *Продолговатый мозг. Средний мозг. Промежуточный мозг. Мышечный тонус. Мозжечок.*

? 1. Какими отделами образован головной мозг? 2. Какие вы знаете функции продолговатого мозга и мозжечка? 3. Что вам изввстно о функциях среднего и промежуточного мозга? 4. Какие вы знаете черепно-мозговые нервы? 5. Каково значение проводящих путей головного мозга?

▲ Вспомните из зоологии, у представителей каких классов позвоночных сильно развит мозжечок. Объясните, с какими особенностями образа жизни этих животных связано такое развитие мозжечка.

47. ВЕГЕТАТИВНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Особенности вегетативной нервной системы. Большинство рефлексов, с которыми вы познакомились в предыдущих параграфах главы «Нервная система», — это двигательные реакции организма на различные раздражения. Таковы, например, спинномозговые рефлексы. Но, изучая предшествующие главы, вы встречались и с рефлексами другого рода. Среди них отметим слюноотделительные рефлексы, нервную регуляцию деятельности сердца, величины просветов кровеносных сосудов, отделения пота и ряд других. Как правило, подобные реакции не могут быть усилены или заторможены по воле человека.

Такие рефлексы осуществляются через посредство отдела нервной системы, названного вегетативной нервной системой.

Вегетативные нервы несколько отличаются от тех нервов, которые вы изучали в предыдущих параграфах. Рассмотрим некоторые из этих отличий.

Вы помните, что возбуждения, вызывающие сокращение скелетных мышц, проводятся к ним по длинным отросткам тех центробежных нейронов, тела которых лежат в сером веществе центральной нервной системы. Такие отростки входят в спинномозговые нервы.

Вегетативные нервы имеют иное строение. Возбуждение, проводящееся по ним от центральной нервной системы к органам, последовательно проходит через два расположенных

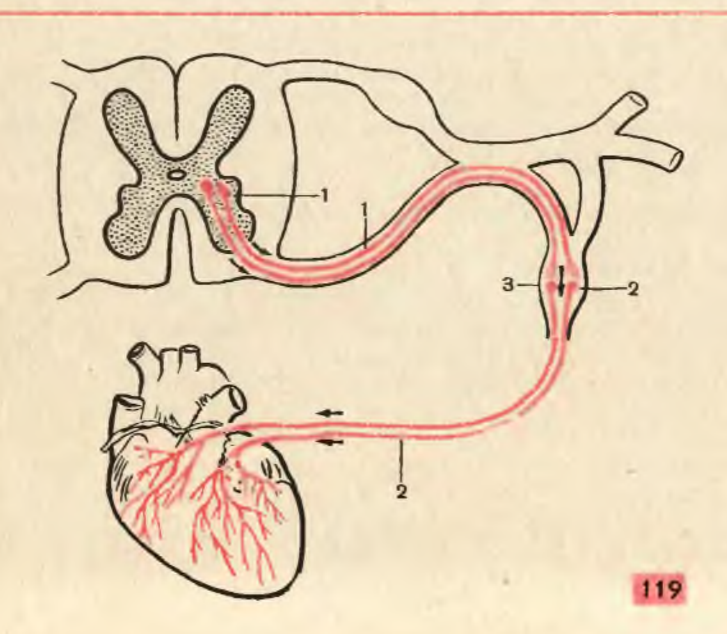
друг за другом нейрона (рис. 119). Тела первых нейронов *(1)* находятся в центральной нервной системе. Возбуждение переходит с первых нейронов на вторые *(2)* в *нервных узлах (3)*, где находятся тела этих нейронов. Узлы расположены вне центральной нервной системы. На пути любого вегетативного нерва находится нервный узел.

По вегетативным нервам возбуждение проводится медленнее, чем по другим периферическим нервам.

Части вегетативной нервной системы. В вегетативной нервной системе различают две части: *симпатическую* и *парасимпатическую.*

Симпатическая часть вегетативной нервной системы (цвет. табл. XI) связана со спинным мозгом *(1)*, где лежат тела первых нейронов. Отростки этих нейронов, выходящие из центральной нервной системы, заканчиваются разветвлениями в симпатических узлах *(2)*, которые расположены двумя цепочками по обе стороны спинного мозга. В узлах находятся тела вторых нейронов, связанных с органами *(3).*

Парасимпатическая часть вегетативной нервной системы образована несколькими нервами, отходящими от продолговатого и от нижнего отдела спинного мозга. К их числу относится десятая пара черепно-мозговых нервов, отходящая от продолговатого мозга. Это блуждающие нервы *(4).* Свое название они получили в связи с тем, что их веточки можно обнаружить в очень многих органах, например в сердце, многочисленных кровеносных сосудах, желудке, кишечнике. В отличие от симпатических парасимпатические узлы *(5)*



119

находятся не рядом с центральной нервной системой, а в органах, на деятельность которых они влияют.

Функции вегетативной нервной системы. Процессы, совершающиеся в организме при участии вегетативной нервной системы, разнообразны.

Вы помните, что возбуждение, передающееся в сердечную мышцу по ускоряющим и усиливающим нервам, увеличивает частоту и силу сокращений сердца. Эти нервы принадлежат к симпатической части вегетативной нервной системы. Противоположное воздействие на деятельность сердца оказывает возбуждение парасимпатических замедляющего и ослабляющего нервов. Сужение кровеносных сосудов происходит под действием возбуждений, проводящихся к ним по симпатическим нервным веточкам, а расширение сосудов некоторых органов, например языка, слюнных желез, связано с парасимпатическими влияниями. Симпатические и парасимпатические нервы оказывают противоположное влияние и на деятельность некоторых других органов (табл. 7).

Таким образом, благодаря вегетативной нервной системе осуществляется регуляция работы многих органов и очень точное ее приспособление к потребностям организма.

Симпатические нервные веточки подходят и к скелетным мышцам. Но возбуждения, проводящиеся по этим нервам, не вызывают мышечных сокращений. Выяснено, что через симпатические веточки осуществляется регуляция обмена веществ в скелетных мышцах.

Нервная система как единое целое. Достаточно сильное возбуждение, возникающее в любом участке нервной системы, обычно вызывает многочисленные рефлексы, которые все вместе обусловливают реакцию организма в целом. В этих рефлексах участвуют совместно и центральная и периферическая нервная системы, в частности вегетативные нервы. Рассмотрим это на примерах.

Таблица 7

Влияние вегетативной нервной системы на деятельность некоторых органов

Возбуждения, проводимые по:	Органы				
	сердце	кровеносные сосуды	желудок	кишечник	зрачок
симпатическим нервам	Учащение и усиление сокращений	Сужение	Ослабление сокоотделения и движений	Ослабление волнообразных движений	Расширение
парасимпатическим нервам	Замедление и ослабление сокращений	Расширение (в некоторых органах)	Усиление сокоотделения и движений	Усиление волнообразных движений	Сужение

К кошке, поедающей мышь, приблизилась собака. Увидев врага, кошка приняла оборонительную позу: скелетные мышцы напряглись, спина выгнулась, а хвост пришел в движение. Одновременно с этим проявились и реакции, связанные с возбуждением симпатической части вегетативной нервной системы: сокращения сердца ускорились и усилились, дыхание участилось и углубилось. Обмен веществ в скелетных мышцах повысился, шерсть встала дыбом, зрачки расширились, а слюноотделение и желудочное сокоотделение прекратилось. Такие сложные защитные реакции мобилизуют весь организм в момент опасности.

Подобные реакции всего организма в целом характерны и для людей. Если во время еды рыбья кость вонзится в нёбо человека, то рефлекторно сократятся мимические мышцы его лица и оно примет выражение страдания; движениями языка, а может быть, и с помощью руки человек будет стараться извлечь кость. Одновременно с этими мышечными реакциями произойдет и изменение деятельности ряда органов: сердцебиение усилится, кожные сосуды сузятся, что вызовет побледнение кожи, а отделение слюны и желудочного сока приостановится.

Приведенные примеры показывают, что вся нервная система функционирует как единое целое. Благодаря этому организм приспосабливается к разнообразным воздействиям на него.

■ *Вегетативная нервная система. Вегетативные нервные узлы. Симпатическая часть вегетативной нервной системы. Парасимпатическая часть вегетативной нервной системы.*

? 1. Каковы отличительные особенности строения вегетативной нервной системы? 2. Как влияют симпатическая и парасимпатическая части вегетативной нервной системы на деятельность некоторых органов? 3. Какое значение имеет наличие в органах как симпатических, так и парасимпатических нервных веточек? 4. Какие факты доказывают, что нервная система у человека и животных функционирует как единое целое?

! Какая часть вегетативной нервной системы преимущественно возбуждена во время физического труда — симпатическая или парасимпатическая? А во время еды?

48. БОЛЬШИЕ ПОЛУШАРИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА

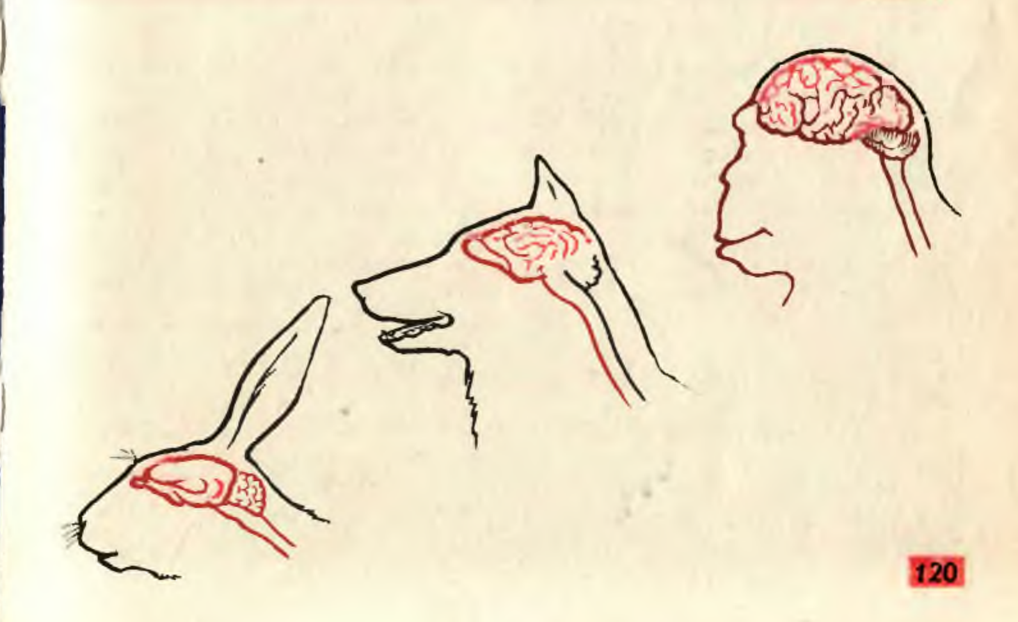
Развитие больших полушарий у позвоночных животных. Чем выше организация животного, тем больше у него развиты полушария головного мозга (рис. 120).

У рыб головной мозг по сравнению с размерами тела очень мал (см. рис. 112 на с. 164), а полушария переднего мозга составляют лишь незначительную его часть. На поверхности полу-

шарий нет серого вещества — коры. Удаление переднего мозга не вызывает заметных изменений в поведении рыб. У лягушки полушария значительно больше. Но после их удаления лягушка тоже ведет себя почти так же, как неоперированная. У пресмыкающихся полушария еще более развиты. Спереди их поверхность покрыта серым веществом. Это зачаток *коры больших полушарий.* После удаления переднего мозга поведение пресмыкающихся заметно изменяется.

Большие полушария головного мозга птиц не только крупнее остальных его отделов, но имеют значительно более развитую, чем у пресмыкающихся, кору. Птица, у которой удален передний мозг, резко отличается по поведению от нормальной: часами сидит она неподвижно, нахохлившаяся и понурая, проглатывает налитую в ее клюв воду или вложенное в него зерно; подброшенная в воздух, такая птица летит, но, опустившись на землю, вновь становится неподвижной и безразличной ко всему окружающему.

У млекопитающих полушария головного мозга достигают большого развития. Они прикрывают собой остальные отделы мозга, кроме части продолговатого и мозжечка. Кора покрывает всю поверхность больших полушарий и состоит из огромного количества тел нейронов. Это количество возрастает с увеличением поверхности коры, и, чем она больше, тем сложнее поведение животного. У кролика, поведение которого менее сложно, чем у многих других млекопитающих, кора почти гладкая (рис. 120). У собаки она собрана в многочисленные складки: между выпуклыми *извилинами* находятся глубокие



120

узкие *борозды*. Такое складчатое строение увеличивает поверхность коры больших полушарий.

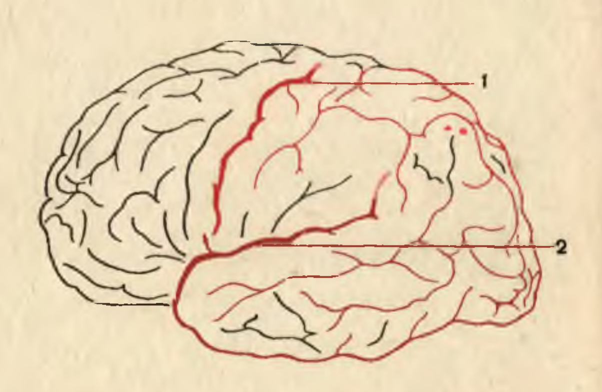
Животные после операции становятся совершенно беспомощными. Выяснить значение коры больших полушарий помогли наблюдения над собаками, у которых хирургическим путем удаляли кору. Они не могут самостоятельно есть и пить. Вид и запах пищи не вызывают у них отделения пищеварительных соков. Собаки перестают реагировать на свою кличку, не узнают человека, который ежедневно их кормит. Если поднести к ним исконного врага — кошку, они не реагируют и на это. Если замахнуться палкой на такую собаку, то животное останется лежать неподвижно. Иными словами, с ***потерей коры больших полушарий млекопитающие утрачивают все приобретенные ими в течение жизни условные рефлексы и лишаются возможности образовывать новые.***

Большие полушария человека. Наиболее развиты большие полушария у человека. Кора, покрывающая их, состоит примерно из 14 млрд. тел нейронов (рис. 121). Многочисленные борозды и извилины увеличивают ее поверхность, достигающую в среднем 2000—2500 см². Больше ⅔ поверхности коры скрыто в узких глубоких бороздах.

Белое вещество, расположенное под корой, образовано множеством длинных отростков нейронов. Эти отростки соединяют полушария с другими отделами головного мозга и со спинным мозгом. На цветной таблице X легко рассмотреть перемычку, состоящую также из отростков нейронов, которая



121



122

соединяет между собой правое и левое полушария. В белом веществе переднего мозга находятся скопления серого вещества — «промежуточные станции», через которые происходит передача возбуждений в кору и из нее. Поверхность каждого полушария разделена очень глубокими бороздами (рис. 122) на *доли*. В каждом большом полушарии различают *лобную* (цвет. табл. XII, *I, 1*), *теменную (2), височную (3)* и *затылочную (4) доли.* Самые глубокие борозды — это центральная (рис. 122, *1*), отделяющая лобную долю от теменной, и боковая, отграничивающая височную долю *(2)*.

Значение коры. Функции коры больших полушарий очень сложны и разнообразны. Опыты над животными помогли выяснить некоторые из этих функций. У собак удаляли отдельные участки коры, а затем наблюдали, как изменяется поведение оперированных животных. Иногда кора больших полушарий оказывается частично поврежденной и у людей. Это случается, например, в результате мозговых заболеваний, черепных ранений. Наблюдения за такими больными также сыграли большую роль в установлении физиологического значения отдельных участков коры.

После разрушения коры затылочной доли оперированная собака ведет себя так же, как слепая, несмотря на то что глаза у нее совершенно здоровы. Она не различает окружающих предметов, теряет способность ориентироваться с помощью зрения. Аналогичные явления наблюдаются и у больных людей, когда у них повреждается кора затылочной доли.

Из таких опытов и наблюдений был сделан вывод, что в коре затылочной доли находится *зрительная зона* (цвет. табл. XII, *II, 1*). Различение зрительных раздражений возможно только тогда, когда этот участок коры не поврежден.

После того как у собаки разрушают участок коры височной доли, она перестает различать звуки и ведет себя, словно глухая. То же наблюдается у людей, у которых поврежден этот участок коры.

В коре височной доли больших полушарий расположена *слуховая зона (2)*. Через слуховую зону проходят дуги рефлексов, связанных с различением звуковых раздражений.

Если оказываются поврежденными участки коры, примыкающие к центральной борозде, то у подопытных животных и больных людей расстраиваются движения и утрачивается способность различать раздражения, воспринимаемые рецепторами кожи.

В участке коры, лежащем по обе стороны от центральной борозды, располагается *кожно-мышечная зона (3, 4)*.

На внутренней поверхности височной доли каждого полушария расположены *вкусовая* и *обонятельная зоны (5)*.

По строению и функциям кора головного мозга человека значительно сложнее, чем кора млекопитающих животных. Некоторые ее участки характерны только для человеческого

организма. Нарушение функций этих участков ведет к различным расстройствам речи или даже к полной ее потере. Через эти участки проходят дуги рефлексов, связанных с речью.

Опыты на животных и наблюдения за расстройствами функций коры у людей помогли выяснить, что деятельность каждого органа находится под контролем коры больших полушарий. Удалось также установить, что при любом спинномозговом рефлексе или рефлексе, связанном с деятельностью определенных частей головного мозга, возбуждение по проводящим путям передается в определенные участки коры. Благодаря сложнейшим процессам, протекающим в коре, рефлекторные реакции организма чрезвычайно точны. Они приспосабливают организм к постоянно изменяющимся условиям окружающей среды, а также согласуются друг с другом. *Через кору больших полушарий млекопитающих животных и человека проходят дуги всех рефлексов, которые образуются у этих организмов в течение их жизни, — условных рефлексов.*

Классические исследования И. П. Павлова, в результате которых были открыты условные рефлексы, положили начало новому направлению в изучении функций коры.

В последние годы наука разрабатывает новые методы изучения нервных процессов, совершающихся в коре. Удалось установить, что в головном мозге все время возникают очень слабые электрические токи. Они изменяются в зависимости от характера деятельности мозга. Их записывают специальными регистрирующими установками. Эта методика исследования



Павлов Иван Петрович (26 сентября 1849—27 февраля 1936) — русский физиолог, создатель материалистического учения о высшей нервной деятельности животных и человека.

1883 год — защищена диссертация «Центробежные нервы сердца».

1897 год — опубликован труд «Лекции о работе главных пищеварительных желез», за который в 1904 году Павлову была присуждена Нобелевская премия.

1903 год — вышел в свет труд «Экспериментальная психология и психопатология на животных».

1922 год — создано учение о трофической иннервации органов.

1923 год — опубликован «Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животных. Условные рефлексы».

1927 год — изданы «Лекции о работе больших полушарий головного мозга».

позволит глубже проникнуть в сложнейшие процессы, протекающие в коре больших полушарий.

■ *Извилины. Борозды. Зрительная зона. Слуховая зона. Кожно-мышечная зона. Обонятельная и вкусовая зоны.*

? 1. Как шло развитие полушарий головного мозга у позвоночных животных, начиная от рыб и кончая млекопитающими? 2. Каковы основные особенности строения больших полушарий человека? 3. Из каких долей состоят большие полушария человека и млекопитающих животных? 4. Какое значение для человека и млекопитающих животных имеет кора больших полушарий? 5. Какие методы исследования применяются при изучении функций коры больших полушарий?

! Почему при операциях мозга больные совершают непроизвольные движения, например, рукой, ногой, когда хирург прикасается к участкам коры, лежащим впереди от центральной борозды?

XI. ОРГАНЫ ЧУВСТВ

49. ЗНАЧЕНИЕ ОРГАНОВ ЧУВСТВ

Восприятие раздражений окружающей среды. Органы чувств играют важнейшую роль в осуществлении взаимодействия организма с окружающей средой. В рецепторах органов *зрения, слуха, обоняния, вкуса, кожной чувствительности* под действием раздражений из окружающей среды возникают возбуждения, которые проводятся в центральную нервную систему. В зонах коры больших полушарий происходит различение раздражений, воспринимаемых рецепторами органов чувств.

Так, в зрительной зоне различаются раздражения, воспринимаемые органом зрения: форма, размеры, окраска предметов, их освещенность. В слуховой зоне различаются сила и характер звуков, высота тонов, воспринимаемых органом слуха. Когда возбуждения от рецепторов кожи попадают в зону кожной чувствительности, мы ощущаем характер поверхности предметов, к которым прикасаемся: гладкость или шероховатость, форму, степень нагретости. В этой зоне происходит также различение болевых раздражений, идущих от кожи. Раздражения, воспринимаемые рецепторами других органов чувств,— вкуса, обоняния — также различаются в соответствующих зонах коры больших полушарий.

Благодаря сигналам, поступающим в головной мозг от разных органов чувств, человек и животные ориентируются в окружающей их обстановке и могут соответствующим образом реагировать на ее изменения.

Свойства рецепторов. В нашем организме много различных видов рецепторов, связанных с разными зонами коры больших полушарий. Рецепторы каждого вида воспринимают определенные раздражения. Так, одни рецепторы кожи раздражаются прикосновением, другие — холодом, третьи — теплом, а четвертые способны воспринимать лишь болевые раздражения. Вкусовые рецепторы расположены в полости рта. Они раздражаются химическим действием веществ, находящихся в растворенном состоянии. Раздражение обонятельных рецепторов, лежащих в слизистой оболочке носовой полости, происходит под воздействием пахучих газообразных веществ. Рецепторы глаза раздражаются лучами света, а рецепторы уха — звуковыми колебаниями. Однако рецепторы органов чувств могут раздражаться и неспецифичными воздействиями на них окружающей среды. Так, при сильном ушибе глаза возникает ощущение яркой вспышки света. Под действием раздражений в рецепторах возникает возбуждение. Оно проводится в определенную, связанную с этими рецепторами зону коры больших полушарий.

Значит, каждый рецептор особенно чувствителен к определенным видам раздражений.

Анализаторы. И. П. Павлов установил, что тонкое различение раздражений, свойственное животным и человеку, начинается с рецепторов, в которых возбуждение возникает под действием определенных раздражителей. Затем, как вы помните, оно проводится в соответствующую зону коры больших полушарий, где и происходит окончательное различение раздражений. Таким образом, рецепторы, путь, по которому проводится возбуждение от них, и определенная зона коры образуют единую систему, обеспечивающую восприятие и различение раздражений организмом, — *анализатор*.

Повреждение любой из трех частей анализатора ведет к потере способности различать определенные раздражения. Так, потеря зрения человеком может быть вызвана и болезненными изменениями рецепторов глаза, и нарушением функций зрительного нерва, и поражением зрительной зоны коры больших полушарий.

Все богатство восприятия окружающего мира связано у людей с согласованной деятельностью многих анализаторов: зрительного, слухового, обонятельного, вкусового, кожно-мышечного.

■ *Органы чувств. Анализаторы.*

? 1. Какие органы чувств человека вам известны? 2. Какими свойствами обладают рецепторы?

50. ОРГАН ЗРЕНИЯ

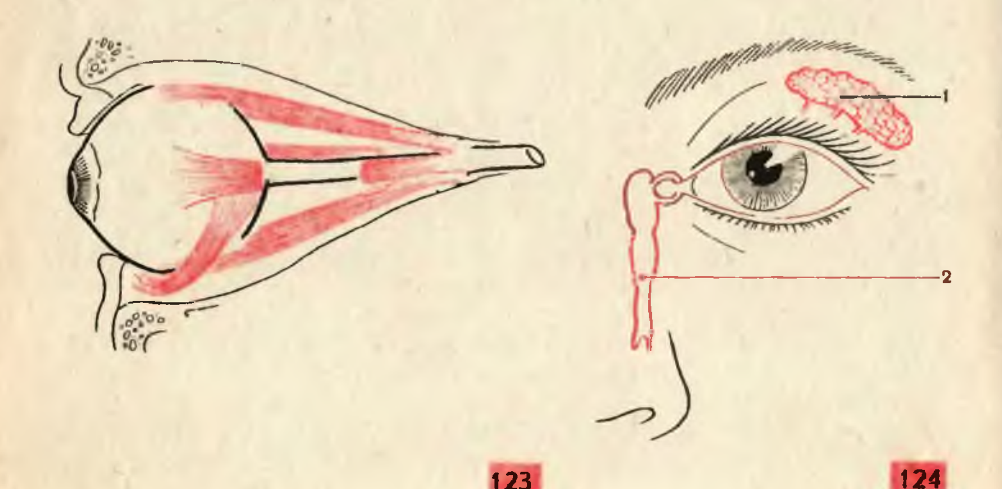
Значение зрения. Среди раздражений, воспринимаемых нами из внешней среды, особенно важное значение имеют зрительные. Благодаря зрению мы, как и животные, различаем окружающие нас предметы, вовремя замечаем опасность. Но для человека зрение приобретает особое значение, не свойственное никаким другим организмам. Оно играет огромную роль во всех видах трудовой деятельности людей. Ведь каждому известно, какая долгая, упорная работа нужна для того, чтобы дать возможность слепому приобщиться к общественному труду.

В течение многих тысячелетий накапливает человечество огромный опыт, развиваются наука, искусство. Весь этот опыт передается последующим поколениям через книги, через письменную речь, которая воспринимается нами при помощи зрения. Разнообразные красоты природы, произведения живописи, ваяния, архитектуры, кинематографии тоже воспринимаются зрением и развивают в нас чувство прекрасного.

Строение глаза. Шаровидное глазное яблоко расположено в глазнице черепа. От стенок глазницы к наружной поверхности глазного яблока подходят мышцы (рис. **123**), поворачивающие его.

Окружающие глаз органы защищают его от вредных воздействий внешней среды (рис. **124**). Волоски бровей отводят в стороны стекающие со лба жидкости, например пот; веки и ресницы препятствуют попаданию в глаз пылинок. Веки с внутренней стороны покрыты слизистой оболочкой — конъюнктивой, которая переходит на глазное яблоко и покрывает часть его наружной поверхности. К защитным органам глаза принадлежит и слезная железа *(1)*, расположенная у наружного его угла. Она выделяет слезу, которая все время смачивает поверхность глазного яблока, не дает подсыхать живым клеткам внешнего слоя глаза, согревает его, смывает попадающие на глаз посторонние частицы, а затем стекает из внутреннего угла глаза по слезному каналу *(2)* в носовую полость. Рассмотрим строение глаза по цветной таблице XIII, *1*.

Плотная *белочная оболочка (1)*, покрывающая глазное яблоко снаружи, защищает его от механических и химических повреждений, от проникновения посторонних частиц и микроорганизмов. Эта оболочка в передней части глаза переходит в прозрачную *роговицу (2)*, которая, словно застекленное окошко, свободно пропускает лучи света. Средняя, *сосудистая оболочка (3)* пронизана густой сетью кровеносных сосудов, снабжающих глазное яблоко кровью. На внутренней поверхности этой оболочки тонким слоем лежит красящее вещест-



123 **124**

во — черный пигмент, который поглощает световые лучи. В передней части глаза, напротив роговицы, сосудистая оболочка переходит в *радужную (4)*, которая может иметь различный цвет — от светло-голубого до черного. Он определяется количеством и составом содержащегося в этой оболочке пигмента. Роговица и радужная оболочка не прилегают друг к другу плотно. Между ними находится пространство, заполненное совершенно прозрачной жидкостью *(5)*.

Роговица и прозрачная жидкость пропускают световые лучи, которые попадают внутрь глаза через *зрачок* — отверстие *(6)*, расположенное в середине радужной оболочки. Стоит попасть внутрь глаза лучам яркого света, как происходит рефлекторное сужение зрачка. При слабом освещении зрачок расширяется. Непосредственно за зрачком находится прозрачный *хрусталик (7)*, имеющий форму двояковыпуклой линзы и окруженный *ресничной мышцей (8)*. Пройдя через хрусталик, а затем через прозрачное, словно чистейший хрусталь, *стекловидное тело (9)*, заполняющее всю внутреннюю часть глазного яблока, лучи попадают на внутреннюю, очень тонкую оболочку глаза — *сетчатку (10)*. Она имеет сложное строение. В ней расположены клетки, в которых под действием раздражения лучами света возникает возбуждение. Это *световоспринимающие клетки*, или зрительные рецепторы. От световоспринимающих клеток возбуждение проводится по *зрительному нерву (11)* в головной мозг.

■ *Белочная оболочка. Роговица. Сосудистая оболочка. Радужная оболочка. Зрачок. Хрусталик. Стекловидное тело. Сетчатка.*

? 1. Какое значение имеет зрение для животных и человека? 2. Какие защитные органы окружают глазное яблоко? 3. Какое значение имеют оболочки глаза? 4. Как изменяется величина зрачка в зависимости от освещения? 5. Где расположены зрительные рецепторы? 6. По какому нерву и куда проводится возбуждение от зрительных рецепторов?

! 1. Почему на сильном морозе глаза увлажняются, а из ноздрей выделяется прозрачная жидкость? 2. Какое значение имеет сужение зрачков при ярком свете и расширение их при слабом освещении?

51. ФУНКЦИИ ОРГАНА ЗРЕНИЯ И ЕГО ГИГИЕНА

Возникновение изображений предметов на сетчатке. Лучи от предметов, на которые направлен наш глаз, проходят через роговицу, жидкость, находящуюся между нею и радужной оболочкой, хрусталик и стекловидное тело. В каждой из этих сред они изменяют свое направление — преломляются. Так как хрусталик благодаря способности изменять свою кри-

визну может увеличивать или уменьшать преломление лучей в глазу, мы остановимся только на его роли.

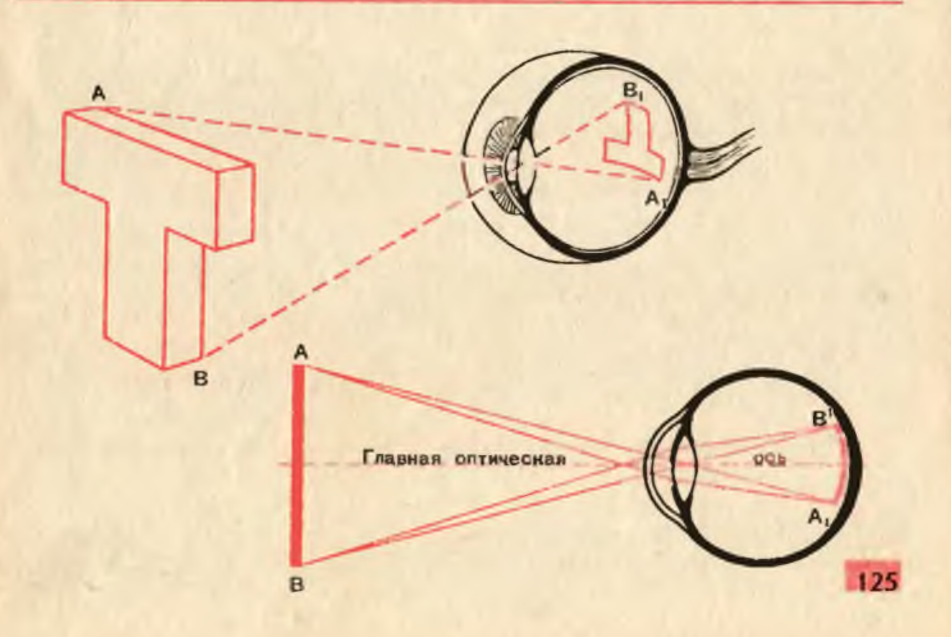
У людей с нормальным зрением преломившиеся лучи попадают на сетчатку и образуют на ней четкие изображения предметов.

По рисунку 125 можно проследить, что лучи от нижней точки предмета *B*, преломившись, собираются на поверхности сетчатки выше главной оптической оси глаза в точке B_1; лучи, исходящие от верхней точки *A*, собираются ниже этой линии в точке A_1. *Таким образом, на сетчатке возникает уменьшенное обратное изображение предмета* $AB - A_1B_1$.

Приспособление глаза к видению на разных расстояниях. При рассматривании близких предметов четкое изображение их может возникнуть на сетчатке только в том случае, если преломление лучей в глазу будет бóльшим, чем при рассматривании отдаленных предметов. Почему же мы четко видим и предметы, которые находятся на сравнительно большом расстоянии от нас, и предметы, расположенные близко к нам?

Двояковыпуклый хрусталик благодаря окружающей его ресничной мышце может изменять свою кривизну, становиться более выпуклым или более плоским (рис. 126).

При рассматривании близких предметов кривизна хрусталика увеличивается *(1)*. Поэтому преломление лучей в глазу становится бóльшим, и на сетчатке возникает четкое изображение рассматриваемого предмета. Когда мы вглядываемся в отдаленные предметы, хрусталик уплощается *(2)* и преломле-



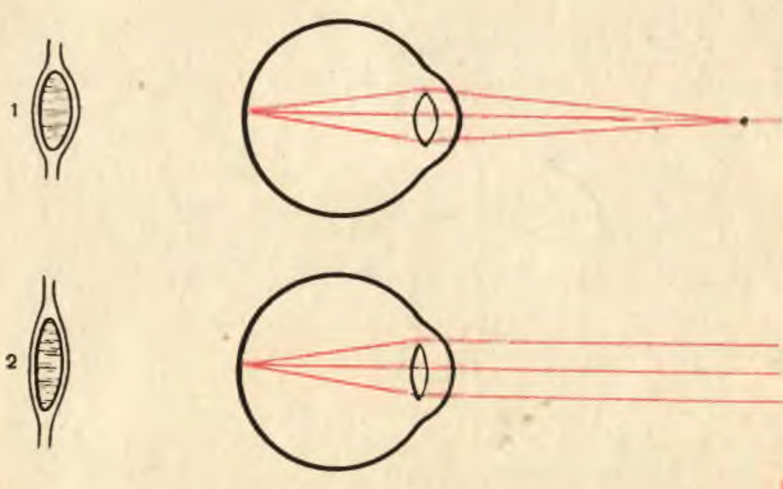
125

ние лучей в нем становится меньшим. Вот почему и в этом случае изображение предметов на сетчатке четкое.

Зрительные рецепторы. В сетчатке расположены зрительные рецепторы — световоспринимающие клетки, которые прилегают к сосудистой оболочке (рис. 127). Среди них можно обнаружить отличающиеся друг от друга по строению и функциям палочки (рис. [redacted], *1*) и колбочки *(2)*. Палочки раздражаются слабым сумеречным светом, но не обладают способностью воспринимать цвет. Колбочки раздражаются только ярким светом. Эти рецепторы способны воспринимать и цвета. Возникающие в рецепторах возбуждения передаются по центростремительным нейронам, отростки которых собираются в определенном участке сетчатки в зрительный нерв. Он проходит через все оболочки глазного яблока, выходит из него и направляется к головному мозгу. В том месте, где зрительный нерв выходит из сетчатки, в ней нет световоспринимающих клеток. Изображения предметов, возникающие на этом участке, не воспринимаются нами. Вот почему он получил название *слепого пятна.*

В середине сетчатки, прямо напротив зрачка, находится скопление колбочек — *желтое пятно.* Поэтому наиболее ясно мы видим те предметы, которые находятся прямо против зрачков. Сокращения мышц, поворачивающих глазное яблоко, позволяют нам изменять направление взгляда. Это дает возможность рассматривать те или иные окружающие предметы.

Восприятие зрительных раздражений. Сложный процесс восприятия зрительных раздражений начинается в сетчатке



126

и заканчивается в зрительной зоне коры больших полушарий. Он осуществляется благодаря зрительному анализатору (цвет. табл. XIII, *II*). Как же функционирует этот анализатор?

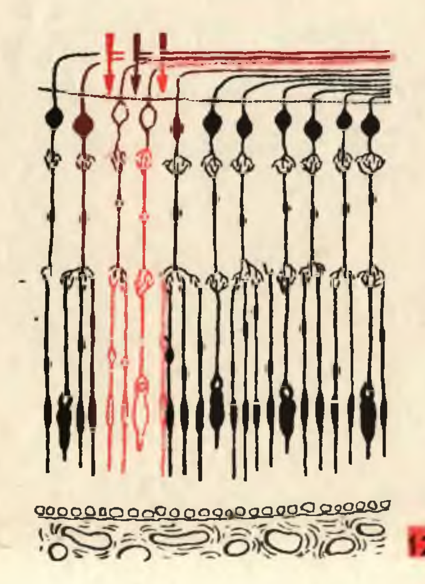
Световые раздражения вызывают возбуждение светочувствительных клеток сетчатки *(1)*, которое проводится от них по зрительному нерву *(2)* к зрительной зоне *(3)* коры больших полушарий, где и происходит окончательное различение раздражений. Именно поэтому мы различаем форму предметов, их окраску, величину, освещенность, расположение, движение.

Часто спрашивают, почему мы видим все предметы так, как они расположены в самом деле, хотя на сетчатке глаза возникают их обратные изображения. Объяснить причину этого помог остроумный опыт.

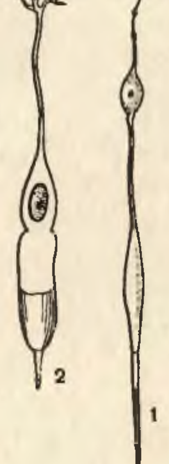
На глаза человека надели специально изготовленные очки. Их стекла были подобраны так, что на сетчатке возникали не обратные, а прямые изображения предметов. И человеку весь мир показался опрокинутым. Потолок он видел внизу, пол — вверху. Первое время человек не мог сделать с открытыми глазами ни одного шага, ни одного правильного движения. И все же в течение нескольких дней он не снимал очков. Остальные органы чувств давали человеку правильную информацию.

Когда испытуемый делал шаг, звук слышался снизу, а пение птицы, сидевшей на дереве, — сверху. Рецепторы, находящиеся в мышцах, сигнализировали ему о том, что сила тяжести его тела направлена вниз. Чтобы поднять предмет с пола, он нагибался, а не тянулся вверх.

И через несколько дней возбуждения, поступавшие в мозг



127



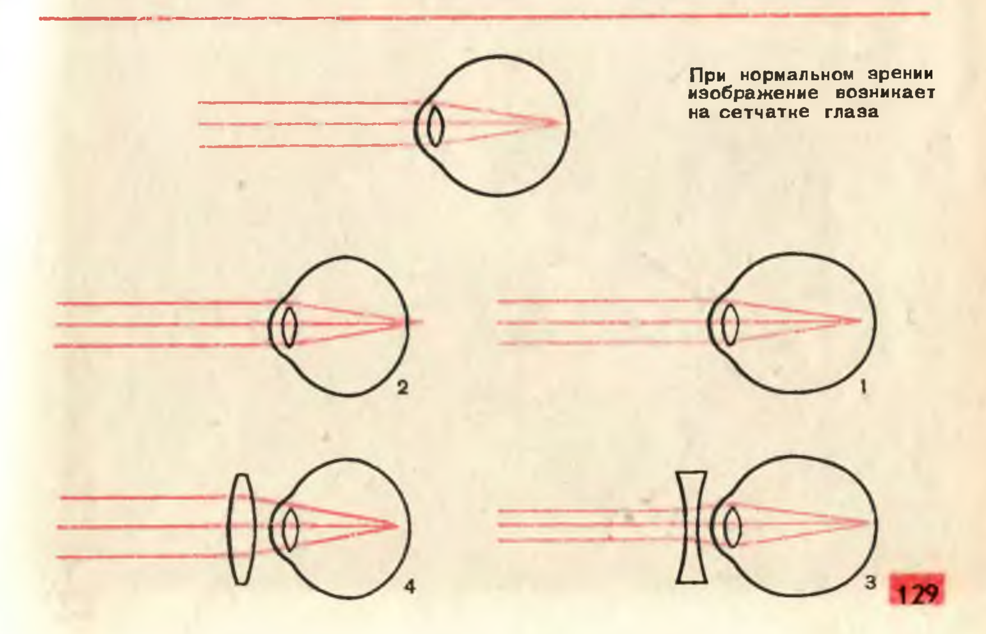
128

от всех остальных органов чувств, выправили ошибку зрения. Мир вернулся в обычное положение, и все вещи стали на свои места. Две недели человек носил очки и чувствовал себя так, словно никаких стекол на его глазах не было. Но вот очки сняли — и мир вновь опрокинулся. Опять понадобилось несколько дней, чтобы человек снова мог увидеть окружающее таким, каково оно в действительности. Этот опыт позволил установить, что *мы воспринимаем внешний мир благодаря взаимодействию возбуждений, поступающих от всех органов чувств. Это взаимодействие осуществляется в головном мозге.*

Нарушения зрения. Разнообразные нарушения зрения очень распространены. Чаще всего встречаются близорукость и дальнозоркость. У людей, близоруких от рождения, глазное яблоко имеет удлиненную форму. Поэтому изображения предметов, расположенных далеко от глаз, возникают не на сетчатке, а впереди нее (рис. **129**, *1*). Вот почему очертания отдаленных предметов кажутся близоруким расплывчатыми. Близорукость может возникнуть и из-за увеличения выпуклости хрусталика, которое приобретается в течение жизни.

При врожденной дальнозоркости глазное яблоко укороченное. Поэтому изображения предметов, расположенных близко к глазам, возникают позади сетчатки *(2)*. Дальнозоркость может развиться и вследствие уменьшения выпуклости хрусталика. Такое явление наблюдается чаще всего у пожилых людей.

Близорукие и дальнозоркие люди видят окружающие предметы неясно, расплывчато. Но если человек, страдающий



При нормальном зрении изображение возникает на сетчатке глаза

129

одним из названных недостатков зрения, носит очки со специальными стеклами, подобранными врачом, то видит он нормально. Для близоруких подбирают очки с двояковогнутыми стеклами *(3)*, уменьшающими преломление настолько, что изображения предметов возникают на сетчатке. Чтобы увеличить преломление лучей, дальнозорким людям нужно носить очки с двояковыпуклыми стеклами *(4)*. *Но самим подбирать себе очки или пользоваться чужими очками нельзя. Это ведет к дальнейшему ухудшению зрения.*

Бывает, что в результате заболеваний или травм люди теряют зрение частично или полностью. Еще совсем недавно такая слепота считалась неизлечимой. Отечественная офтальмология — раздел медицинской науки о глазных болезнях — опровергла такие представления. В 1924 году В. П. Филатов впервые в мире разработал и осуществил операцию по пересадке роговицы. Эта операция возвратила зрение многим десяткам тысяч людей. В наши дни советские офтальмологи добились новых успехов. Так, профессор М. Л. Краснов путем сложнейшей операции возвратил зрение человеку, потерявшему его вследствие несчастного случая, соединив сохранившиеся части двух пострадавших глаз. В результате совершенно слепой человек стал видеть одним «составленным» глазом.

Профессор С. Н. Федоров пошел по совершенно новому пути. Он начал применять глазные протезы, изготовленные из пластмасс. Искусственные хрусталики, роговицы и более сложные комбинированные протезы возвращают зрение людям, часто уже потерявшим надежду увидеть окружающий мир.



Филатов Владимир Петрович (27 февраля 1875—28 февраля 1956) — известный советский врач, действительный член АН СССР (с 1944 года), Герой Социалистического Труда (1950). Труды В. П. Филатова в основном посвящены лечению глазных болезней, пластической хирургии и другим отраслям медицины. Им разработаны методы пересадки роговицы (1924) и сконструирован специальный инструментарий для проведения этой операции.

Большой известностью пользуется предложенный Филатовым и получивший широкое распространение в восстановительной хирургии метод пересадки кожи. Ему же принадлежит разработка метода тканевой терапии (лечение больных путем пересадки тканей).

Гигиена зрения. Для предупреждения нарушений зрения, охраны глаза от различных вредных воздействий окружающей среды нужно соблюдать ряд гигиенических правил. Их должен знать каждый.

Некоторые люди, работая, например, на сборке точных механизмов из мелких деталей, слишком приближают их к своим глазам. Когда человек читает или пишет в малоприспособленных для этой цели условиях — за высоким столом или при слабом освещении, он вынужден напряженно рассматривать печатный или написанный текст на чересчур близком расстоянии. В таких случаях хрусталик долго находится в положении увеличенной выпуклости, что может с течением времени привести к развитию близорукости.

Вот почему во время чтения, письма, вышивания или другой работы, при которой приходится рассматривать мелкие предметы, надо располагать их на расстоянии 30—35 см от глаза. Важно следить и за тем, чтобы рабочее место было хорошо освещено. Свет на него должен падать слева.

Слишком яркое освещение чрезмерно раздражает световоспринимающие клетки сетчатки глаза. Это вредит зрению. *Поэтому в быту и на производстве источники сильного света прикрывают абажурами или плафонами из молочного стекла.* Сталевары и электросварщики защищают глаза от ослепительного блеска и брызг раскаленного металла специальными темными очками.

Многим людям приходится ежедневно ездить в трамвае, автобусе, метро и т. п. Чтобы скоротать время, они читают в движущемся транспорте. Это ослабляет зрение. Из-за постоянных толчков книга то удаляется от глаз, то приближается к ним, то отклоняется в стороны. При этом кривизна хрусталика то увеличивается, то уменьшается, а глаза все время поворачиваются вправо, влево, вверх и вниз, ловя ускользающий текст. В результате ослабевает ресничная мышца и наступает нарушение зрения. Когда мы читаем лежа, положение книги по отношению к глазам тоже постоянно изменяется, освещенность ее обычно недостаточна. *Вот почему привычка читать лежа наносит непоправимый вред зрению.*

Иногда расстройства зрения возникают из-за авитаминоза. Вы уже знаете, какое значение для предупреждения таких расстройств имеет употребление пищи, в которой содержится достаточное количество витамина А. *Вредное действие на зрение оказывает и курение табака.* В молодости, особенно в школьном возрасте, ядовитый никотин, который содержится в табаке, может вызвать тяжелое поражение зрительного нерва. Под действием раздражающих газов, находящихся в табачном дыме, глаза курильщиков начинают слезиться, веки краснеют.

Когда в глаза попадает пыль, она раздражает их. Вместе с пылью в глаз могут быть занесены болезнетворные микробы.

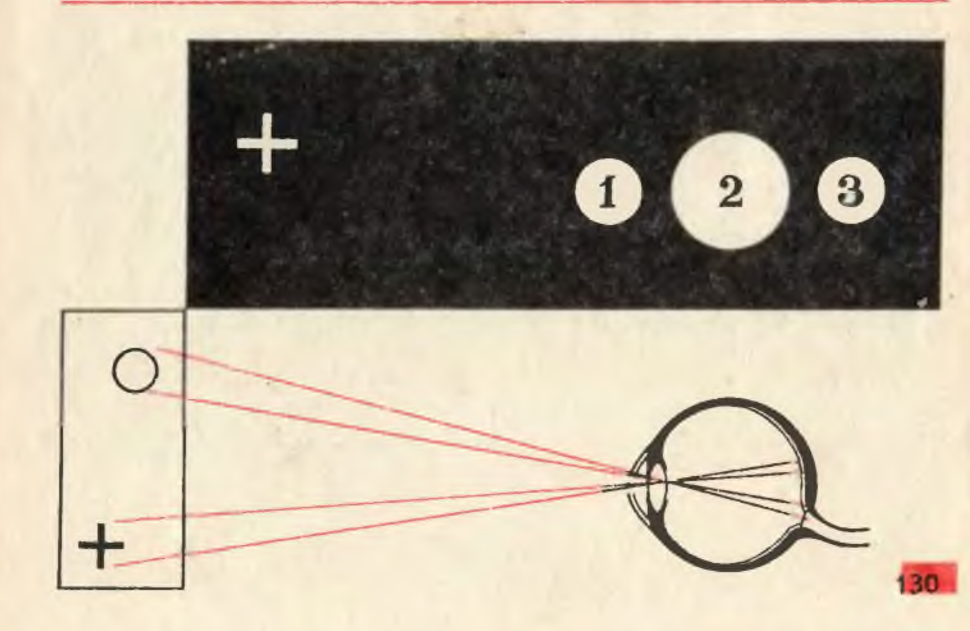
Инфекция иногда попадает в глаза и с грязных рук, нечистого полотенца, носового платка. Это может вызвать различные заболевания глаз, например воспаление конъюнктивы — конъюнктивит — и другие, которые нередко приводят к ухудшению зрения, а иногда и к слепоте. *Вот почему нужно беречь глаза от пыли, не тереть их руками, вытирать только совершенно чистым полотенцем или носовым платком.*

Палочки. Колбочки. Слепое пятно. Желтое пятно. Близорукость. Дальнозоркость.

? 1. Как возникают изображения предметов на сетчатке глаза? 2. Как приспосабливается наш глаз к рассматриванию предметов на различном расстоянии? 3. Где происходит восприятие зрительных раздражений и где они различаются? 4. Из каких частей состоит зрительный анализатор? 5. Как устраняют помехи, причиняемые человеку близорукостью или дальнозоркостью? 6. Как действует на глаза курение? 7. Как уберечь свои глаза от нарушения нормальных функций и от заболеваний?

! 1. Почему в сумерки мы не различаем окраску предметов? 2. Почему свет на рабочее место должен падать слева?

▲ 1. Прикройте рукой левый глаз и поместите рисунок 130 на расстоянии примерно 15 см от глаз. Смотрите правым глазом на крестик и медленно то приближайте книгу к себе, то отодвигайте ее до тех пор, пока один из трех кружков не перестанет быть виден. Чем объясняется это явление?



130

2. Проверьте у себя дома, правильно ли падает свет на рабочее место, где вы готовите уроки. Не действует ли в вечерние часы блеск электрической лампочки на ваши глаза? Устраните замеченные недостатки (переставьте свой стол, сделайте козырек или абажур для лампы).

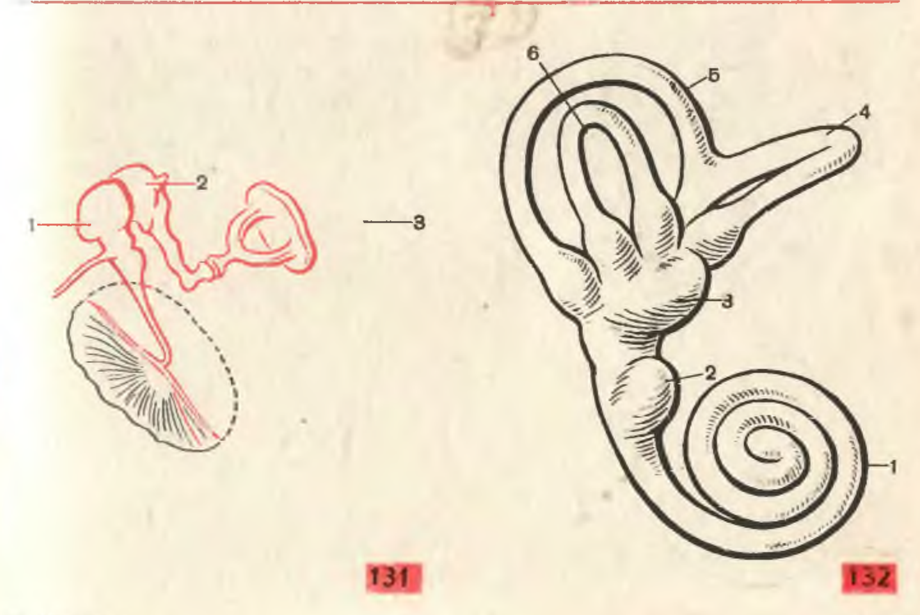
52. ОРГАН СЛУХА, ЕГО ФУНКЦИИ И ГИГИЕНА

Значение слуха. Звуковые колебания воздуха действуют на наш орган слуха. Как и у животных, он улавливает различные звуки, сигнализирующие нам о том, что происходит в окружающей среде. Но наряду с этим человек с помощью слуха воспринимает устную речь, без которой невозможно общение между людьми в их трудовой деятельности и общественной жизни.

Слух играет большую роль и в развитии у нас чувства прекрасного. Когда мы слушаем хорошую музыку, художественное чтение, пение птиц, наше восприятие окружающего мира становится ярче и богаче.

Строение и функции органа слуха. У человека и млекопитающих животных орган слуха образован тремя отделами: *наружным, средним и внутренним ухом* (цвет. табл. XIV, *I*).

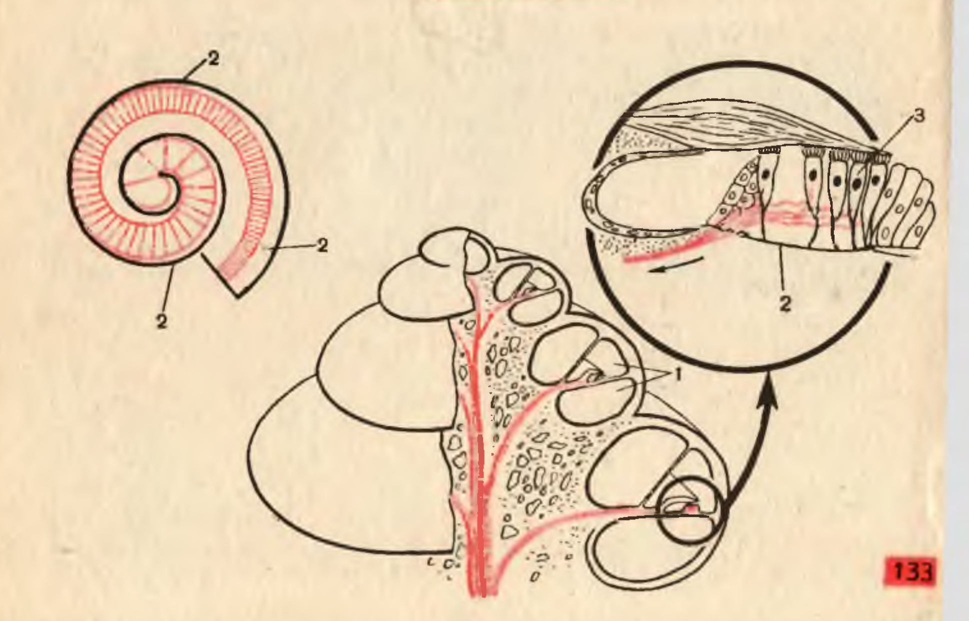
Наружное ухо состоит из *ушной раковины (1)* и *наружного слухового прохода (2)*, который уходит в глубь височной кости. Ушная раковина улавливает звуковые колебания воздуха и направляет их в наружный слуховой проход, в конце которого находится туго натянутая *барабанная перепонка (3)*. Звуковые



волны вызывают колебательные движения барабанной перепонки. Частота колебаний барабанной перепонки тем больше, чем выше звук, а их размах увеличивается с возрастанием силы звука.

Среднее ухо (4) находится за барабанной перепонкой. Оно заполнено воздухом. Узкий канал — *слуховая труба (5)* — соединяет среднее ухо с носоглоткой. Через этот канал воздух из окружающей среды проникает в полость среднего уха. Поэтому давление воздуха на барабанную перепонку с обеих сторон одинаково. За барабанной перепонкой расположены три последовательно сочленяющиеся друг с другом слуховые косточки (рис. 131) — *молоточек (1), наковальня (2)* и *стремя (3)*. Молоточек соединен с барабанной перепонкой, а стремя упирается в другую эластичную перепонку, затягивающую овальное окно, за которым начинается внутреннее ухо. Через молоточек, наковальню и стремя колебания барабанной перепонки передаются перепонке овального окна. Благодаря слуховым косточкам размах колебаний уменьшается, зато сила их увеличивается.

Внутреннее ухо (рис. 132) расположено в глубине височной кости, вдающейся в полость черепа. Оно представляет собой систему полостей и извитых каналов. Это — *костный лабиринт*. В нем, как в футляре, расположен *перепончатый лабиринт*, заполненный жидкостью. С функцией слуха в этом сложном лабиринте связана только спирально завитая *улитка (1)*. Остальные его части играют большую роль в сохранении нашим телом равновесия.



133

Колебания перепонки овального окна передаются жидкости, заполняющей внутреннее ухо, и она, в свою очередь, начинает колебаться с той же частотой. Вибрируя, жидкость раздражает рецепторы, расположенные в улитке. Как же функционирует ее воспринимающий аппарат?

Вдоль канала улитки (рис. 133) по всей его длине проходит перепончатая перегородка, разделяющая его на два «этажа» *(1)*. Часть этой перегородки состоит из тоненьких волоконец *(2)*, которые имеют неодинаковую длину. Их число достигает примерно 24 тыс. Самые длинные волоконца находятся у вершины улитки. По направлению к ее основанию они постепенно укорачиваются.

На волоконца опираются воспринимающие клетки — *слуховые рецепторы (3)*. Колебания жидкости, заполняющей улитку, раздражают воспринимающие клетки. Под действием этих раздражений в рецепторах возникает возбуждение (цвет. табл. XIV, *II, 1*), которое передается по слуховому нерву *(2)* в головной мозг. В слуховой зоне *(3)* происходит окончательное различение характера звука, его силы, высоты. Так функционирует *слуховой анализатор*.

Гигиена слуха. Чтобы уберечь орган слуха от различных внешних воздействий, от проникновения инфекции, необходимо соблюдать ряд гигиенических правил.

В наружном слуховом проходе находятся железы, выделяющие липкое вещество — ушную серу. На ней задерживаются пыль и микробы, проникающие из окружающей среды. Это — защитное приспособление организма. Но у неопрятных людей, которые не моют регулярно уши, сера может накопиться в наружном слуховом проходе. Это влечет за собой ослабление слуха. Закупорка слухового прохода ушной серой наблюдается и при некоторых заболеваниях. Ни в коем случае нельзя извлекать серу из ушей спичкой, карандашом, булавкой. Это может привести к повреждению или даже разрыву барабанной перепонки. Тогда передача звуковых колебаний к внутреннему уху нарушится и слух у человека ослабнет или даже исчезнет совсем.

Если в ушах человека накопилась сера, он должен обратиться к врачу-специалисту, который прочистит наружный слуховой проход.

К тяжелым последствиям может привести проникновение в среднее ухо возбудителей болезней. Тогда возникает воспаление среднего уха. Это заболевание вызывается разными причинами. Когда люди при насморке сильно сморкаются, болезнетворные микробы вместе со слизью могут попасть через слуховую трубу из носовой полости в среднее ухо. Это приводит к развитию воспалительного процесса в среднем ухе. Болезнетворные микробы могут попасть в среднее ухо и при заболеваниях, поражающих глотку, — ангине, скарлатине. Иногда гной прорывает барабанную перепонку. Если воспа-

лительный процесс захватывает и внутреннее ухо, то поражение расположенных в нем слуховых рецепторов нередко приводит к глухоте. Чтобы уберечь себя от воспаления среднего уха, не следует сильно сморкаться. *Во время насморка можно только вытирать носовым платком слизь, выделяющуюся из ноздрей. При сильных болях в ухе нужно немедленно обратиться к врачу.* Своевременная медицинская помощь предупреждает развитие болезни и связанные с ней вредные последствия для слуха.

Необходимо оберегать орган слуха от слишком сильных звуков. Мощная звуковая волна, образующаяся, например, при взрыве, ударяет с огромной силой в барабанную перепонку и может прорвать ее. Вот почему подрывникам, работающим в горной промышленности, рекомендуется открывать рот ко времени, когда произойдет взрыв. Тогда взрывная волна ударяет в барабанную перепонку одновременно из наружного слухового прохода и из слуховой трубы. Поэтому перепонка не разрывается.

Большой вред слуху приносят сильные шумы, действующие на ухо изо дня в день. Под постоянными резкими ударами звуковых волн барабанная перепонка все время колеблется с большим размахом. Из-за этого она постепенно теряет свою эластичность, и у человека притупляется слух. Борьба с производственными шумами — одна из важных задач гигиены труда. На наших предприятиях во многих цехах стены и потолки облицованы специальными материалами, поглощающими звук; моторы, станки и машины установлены на фундаменты, которые глушат шум от сотрясения механизмов. На некоторых очень шумных предприятиях рабочие носят звуконепроницаемые наушники. Замена металлических деталей механизмов пластмассовыми также способствует уменьшению производственных шумов.

Достижения современной науки позволяют не только предупреждать ослабление слуха, но и лечить в некоторых случаях глухоту. Потеря слуха — это огромное несчастье для человека. Мучительной трагедией Бетховена, одного из величайших композиторов мира, была постепенно развивавшаяся у него глухота, вызванная отосклерозом, т. е. потерей подвижности слуховых косточек. Поэтому при отосклерозе колебания барабанной перепонки не передаются во внутреннее ухо. В наши дни болезнь, лишившую Бетховена слуха, лечат хирургическим путем.

■ *Наружное ухо. Барабанная перепонка. Среднее ухо. Слуховые косточки. Внутреннее ухо. Улитка.*

? 1. Какое значение в жизни человека имеет слух? 2. Как происходит передача звуковых колебаний из окружающей среды к слуховым рецепторам? 3. Как происходит восприятие звуковых раздражений? 4. Из каких частей

...тоит слуховой анализатор? 5. Какие причины чаще всего оказывают вредное влияние на наш слух и как нужно предотвращать эти нежелательные воздействия?

Почему во времена, когда на самолетах еще не устанавливались герметически закрытые кабины, у летчиков при быстром подъеме или спуске иногда разрывалась барабанная перепонка? Как можно было в таких случаях избежать разрыва барабанной перепонки?

63. ОРГАНЫ РАВНОВЕСИЯ, МЫШЕЧНОГО И КОЖНОГО ЧУВСТВА, ОБОНЯНИЯ И ВКУСА

Чувство равновесия. В обычных условиях мы ощущаем, в каком положении находится наше тело, и воспринимаем любое изменение своего положения. Стоит нам поскользнуться — и, прежде чем мы сообразим, что произошло, сокращение многих мышц возвращает наше тело в нормальное положение. Такая реакция нередко предотвращает падение. Как же мы ощущаем положение своего тела?

В лабиринте внутреннего уха (рис. 132) можно различить, помимо улитки *(1)*, два маленьких мешочка — *круглый (2)* и *овальный (3)*, а также три *полукружных канала (4, 5, 6)*, расположенных в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Мешочки и полукружные каналы образуют *вестибулярный аппарат* — орган равновесия.

В стенках мешочков лежит множество клеток-рецепторов, каждая из которых имеет чувствительные волоски. На них расположены крохотные известковые кристаллики. Когда наше тело находится в обычном положении, кристаллики своим давлением раздражают волоски определенных клеток. Но стоит положению тела измениться, как начинают раздражаться другие клетки, и возбуждение от них проводится в соответствующий участок коры больших полушарий.

Полукружные каналы отходят от овального мешочка. У их начала видны расширения, в которых тоже находятся чувствительные клетки. Эти рецепторы раздражаются давлением жидкости, заполняющей полукружные каналы. Так как каналы перпендикулярны друг другу, жидкость при изменениях положения тела раздражает те или иные рецепторы, находящиеся в них. Тогда в чувствительных клетках возникает возбуждение. Оно проводится в головной мозг, сигнализируя о необычном положении тела.

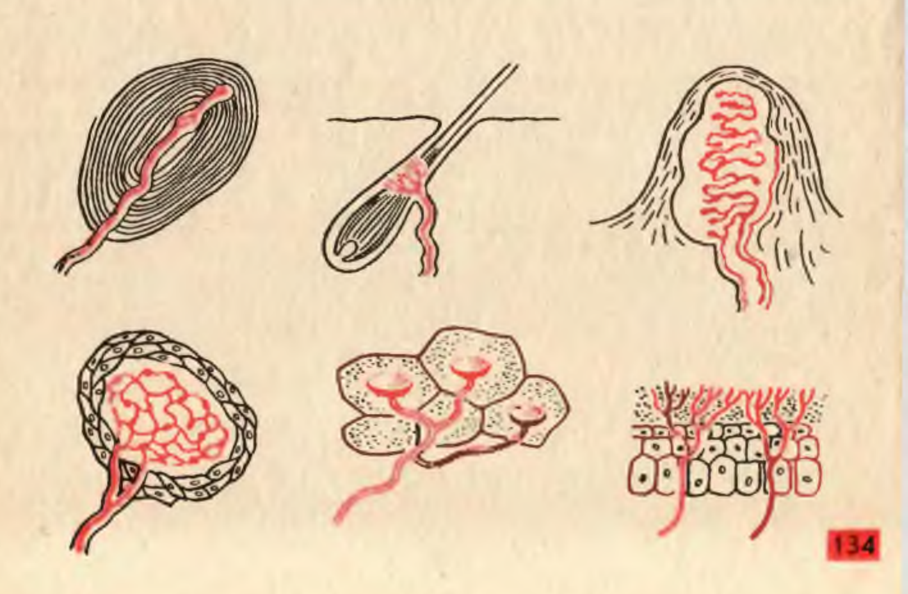
Во время качания на качелях, морской качки, провалов самолета в воздушные ямы у людей попеременно раздражаются те рецепторы полукружных каналов, в которых при нормальном положении тела возбуждения не возникают. Это часто влечет за собой ощущение головокружения, тошноту.

В эру космических полетов человека ученым удалось выяс-

нить много нового о физиологии вестибулярного аппарата. Перегрузки, возникающие при выходе космических кораблей на орбиту, оказывают на него очень сильное действие. Но особенно интересно состояние невесомости. В таких случаях в кору больших полушарий вообще перестают поступать возбуждения с рецепторов мешочков и полукружных каналов, ведь сила тяжести не действует в это время на организм космонавта. Человек, впервые находящийся в состоянии невесомости, иногда испытывает ощущение стремительного падения, тошноту. Вот почему, готовя к полетам космонавта, специально тренируют его вестибулярный аппарат. Находясь в состоянии невесомости, человек ориентируется в пространстве с помощью зрения.

При ориентировке в пространстве большую роль играет и *мышечное чувство.*

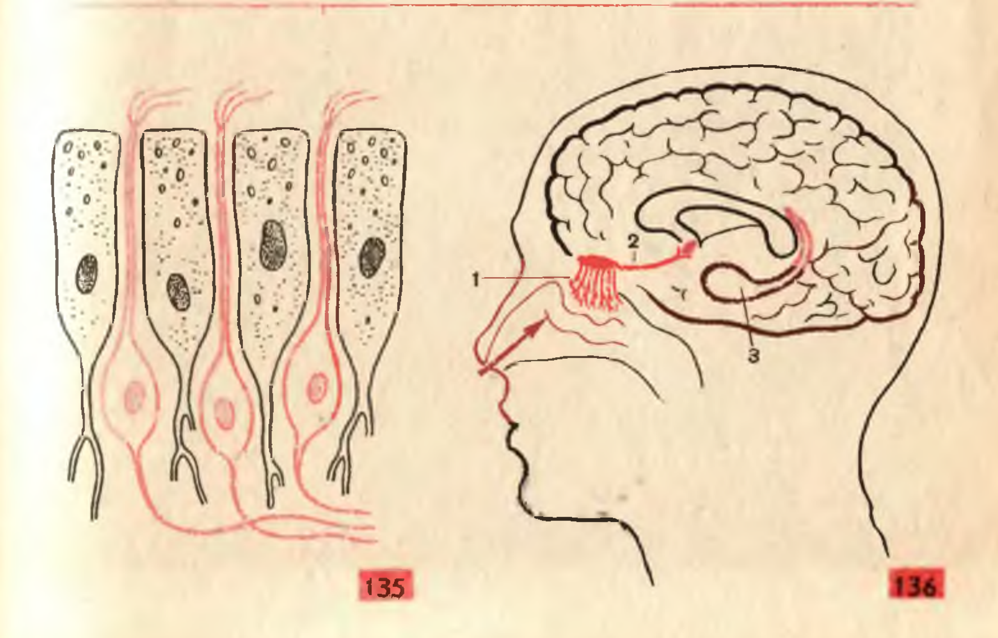
Мышечное чувство. В мышцах находятся *мышечные рецепторы,* которые раздражаются при натяжении и сокращении мышц. Благодаря возбуждениям, посылаемым этими рецепторами в центральную нервную систему, мы можем в обычных условиях, закрыв глаза, привести правую руку в такое же положение, в каком находится левая, или совершенно точным движением коснуться пальцем кончика носа, несмотря на то что зрение в этом не участвует. Люди, у которых вследствие некоторых заболеваний нарушено мышечное чувство, теряют точность движений и вынуждены все время проверять их зрением, которое играет главную роль в ориентировке организма в пространстве.



В состоянии невесомости, когда на организм не действует сила тяжести, ориентировка в пространстве при помощи мышечного чувства практически неосуществима.

Кожное чувство. В коже и в слизистых оболочках, выстилающих, например, ротовую полость, язык, глотку, расположены *кожные рецепторы.* Это — тельца довольно сложного строения (рис. 134). Одни из них раздражаются только давлением, другие — теплом, третьи — холодом, раздражение четвертых дает ощущение боли. От всех этих рецепторов по длинным отросткам центростремительных нейронов, входящим в состав нервов, возбуждение попадает через проводящие пути центральной нервной системы в зону кожной чувствительности (цвет. табл. XII, *II, 3*), находящуюся позади центральной борозды коры больших полушарий. В этой зоне и происходит окончательное различение раздражений. Ощупывая предметы, мы можем даже с закрытыми глазами установить, какова их форма и величина, узнаем, гладки они или шероховаты, теплы или холодны. Посредством осязания можно определить, из какого материала изготовлен предмет. Кожное чувство развито особенно тонко у слепых. Именно благодаря осязанию слепые знакомятся с разнообразными предметами окружающего мира.

Рука — это орган труда человека. Во всех трудовых операциях осязание играет важную роль. В связи с трудовой деятельностью человека кожная чувствительность у него наиболее ярко выражена на кончиках пальцев рук, где кожные рецепторы расположены особенно густо.



135

136

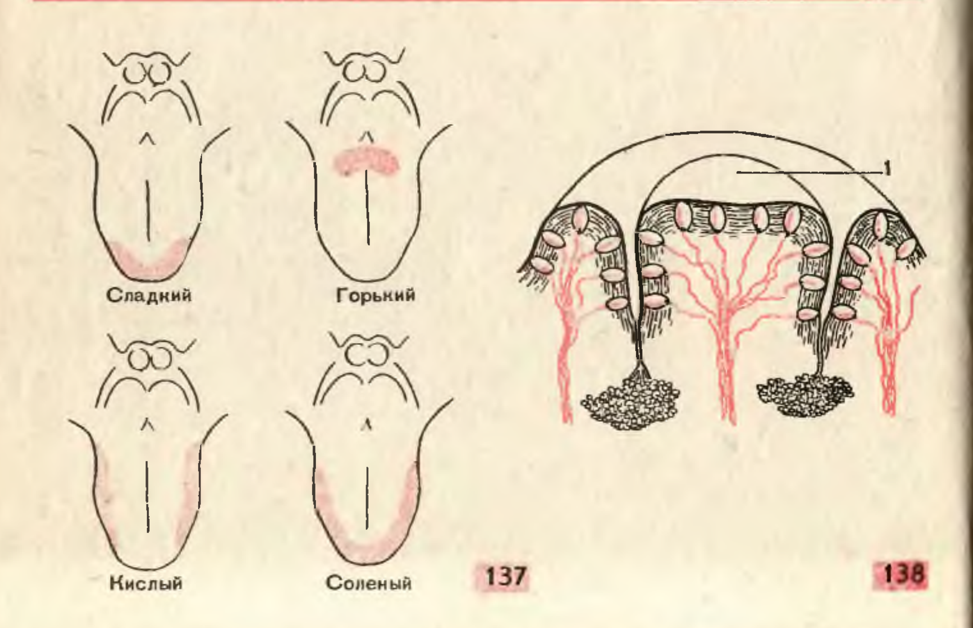
Воспринимающие прикосновение рецепторы, находящиеся на ступнях ног, помогают нам ориентироваться в пространстве во время стояния, бега, ходьбы. Но в состоянии невесомости прекращаются и эти сигналы.

Кожное чувство позволяет предотвращать многие повреждения тела. Стоит нам прикоснуться к очень острому или горячему предмету, как тотчас же мы рефлекторно отстраняемся от раздражителя.

Орган обоняния. В слизистой оболочке полости носа расположено множество *обонятельных рецепторов.*

Действие пахучих газообразных веществ раздражает обонятельные клетки (рис. **135**). От рецепторов (рис. **138**, *1*) возбуждение проводится по обонятельному нерву *(2)* в обонятельную зону коры больших полушарий головного мозга *(3)* (цвет. табл. XII, *II, 5*), где и происходит различение запахов. Обонятельные рецепторы имеют исключительно высокую чувствительность. Например, человек может ощущать запах вещества, которое обладает ароматом фиалки и которое употребляют для изготовления духов, даже тогда, когда на 30 млрд. частей воздуха приходится всего одна часть этого вещества! Но у животных обоняние гораздо тоньше. По запаху многие животные отыскивают пищу, чуют приближение врага.

Однако и для нас обоняние имеет важное значение. Мы иногда отличаем по запаху недоброкачественную пищу от пригодной для еды, улавливаем появление в воздухе вредных примесей, например светильного газа.



137 **138**

Орган вкуса. По физиологическим свойствам *вкусовые рецепторы* различны. Одни из них воспринимают сладкий вкус, другие—кислый, третьи—горький, а четвертые—соленый (рис. 137). Скопления этих воспринимающих клеток располагаются в выростах слизистой оболочки полости рта—*вкусовых сосочках* (рис. 138, *1*). Особенно много вкусовых сосочков на языке. Вкусовые рецепторы раздражаются действием веществ, растворенных в воде. Если положить конфету на совершенно сухой язык, то, пока слюна не начнет ее растворять, мы не ощутим сладкого вкуса.

Во вкусовых рецепторах под влиянием химических раздражений возникает возбуждение. В зависимости от того, какие из рецепторов были раздражены, оно по тем или другим волокнам вкусового нерва проводится во вкусовую зону коры больших полушарий, расположенную рядом с обонятельной. Здесь происходит различение вкуса пищи: горького, кислого, сладкого, соленого.

Вкус пищи в общепринятом смысле этого слова представляет собой совокупность ощущений, которые мы получаем при помощи различных рецепторов: вкусовых, обонятельных, осязательных.

Так, когда мы сосем шоколад, то ощущаем одновременно сладость и горечь, своеобразный запах, гладкость постепенно тающей поверхности. При сильном насморке, когда носоглотка забита слизью и ее сообщение с ротовой полостью нарушено, пища кажется нам безвкусной, так как мы не ощущаем ее запаха.

В нашей жизни вкус имеет немаловажное значение. Вместе с обонянием он помогает нам определять качество пищи. Когда мы едим вкусную пищу, отделение пищеварительных соков у нас становится более обильным.

Взаимодействие возбуждений, поступающих в кору от различных органов чувств. В коре головного мозга происходит постоянное взаимодействие возбуждений, приходящих в нее от разных рецепторов. Оно дает нам возможность ориентироваться в бесконечно многообразных условиях окружающего мира и играет огромную роль в трудовой деятельности человека. В этом можно убедиться, например, рассмотрев работу водителя грузовой автомашины.

Тонкое различение зрительных раздражений позволяет шоферу определять направление движения, объезжать препятствия, следить за показаниями спидометра и других приборов. Кожное и мышечное чувства дают водителю возможность не глядя находить стартер, руль, тормоза, сигнал, рычаг переключения коробки передач. Различение ощущений, получаемых от натяжения мышц, позволяет ему точно соразмерять повороты рулевого колеса и силу нажима на ножной тормоз с направлением и скоростью движения автомобиля, которые он определяет с помощью зрения.

Вестибулярный аппарат. Полукружные каналы. Мышечные рецепторы. Кожные рецепторы. Обонятельные рецепторы. Вкусовые рецепторы.

? 1. Какое значение для человека имеет чувство равновесия? 2. При помощи каких органов чувств космонавты, находящиеся в состоянии невесомости, определяют положение своего тела? 3. Какое значение для человека имеет кожное чувство? 4. Какое значение для человека имеет мышечное чувство? 5. Какое значение для человека имеют обоняние и вкус? 6. Какое значение имеют органы чувств в трудовой деятельности человека?

! 1. Почему после катания на карусели или быстрого кружения во время танца у некоторых людей настолько нарушается равновесие, что они падают? 2. Отчего при быстром спуске на скоростном лифте у некоторых людей возникают головокружение и тошнота?

▲ 1. Проделайте вдвоем с товарищем опыт. Пусть один из вас закроет глаза, а другой, пользуясь циркулем-измерителем, осторожно прикасается к коже испытуемого на участках тела, указанных в табличке, то одной иглой, то обеими. Раздвигая постепенно иглы циркуля и измеряя расстояние между ними миллиметровой линейкой, нужно определить наибольшее расстояние, на котором прикосновение двух игл воспринимается разными участками кожи как одно. Результаты опыта запишите в виде таблички.

Участок тела	Расстояние	Участок тела	Расстояние
Конец пальца Тыльная сторона кисти руки Середина груди		Плечо Затылок Середина спины	

Сделайте вывод из опыта.

2. Приведите примеры из жизни, показывающие значение различных органов чувств в труде.

XII. ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

54. ОБРАЗОВАНИЕ УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ

Высшая нервная деятельность животных и человека. В течение многих веков науке не удавалось выяснить, чем обусловлена целесообразность поведения животных, на чем основано поведение человека, неизмеримо более сложное, чем поведение животных. А незнание — верный союзник религии. Долго не удавалось опровергнуть религиозные представления о том, будто целесообразная приспособленность живых организмов к условиям окружающей среды изначала установлена богом, создавшим все существующее. Еще труднее было бороться с утверждением религии, что сложное поведение людей, которым присущи высокоразвитое сознание и мышление, зависит якобы от частицы духа господня — бессмертной души, вложенной богом в человека.

В 1863 году выдающийся русский физиолог Иван Михайлович Сеченов выдвинул смелую гипотезу о связи самых сложных проявлений поведения животных и человека — его сознания и мышления — с рефлекторной деятельностью головного мозга.

Идеи И. М. Сеченова были развиты и экспериментально доказаны И. П. Павловым, которого мировая наука по праву считает создателем современного учения о *высшей нервной деятельности*. Это учение нанесло удар по религиозным представлениям о душе.

Высшая нервная деятельность — это совокупность множества взаимосвязанных нервных процессов, протекающих в коре головного мозга. Эти процессы обусловливают приспособление поведения высокоорганизованных животных и человека к постоянно изменяющимся условиям окружающей среды.

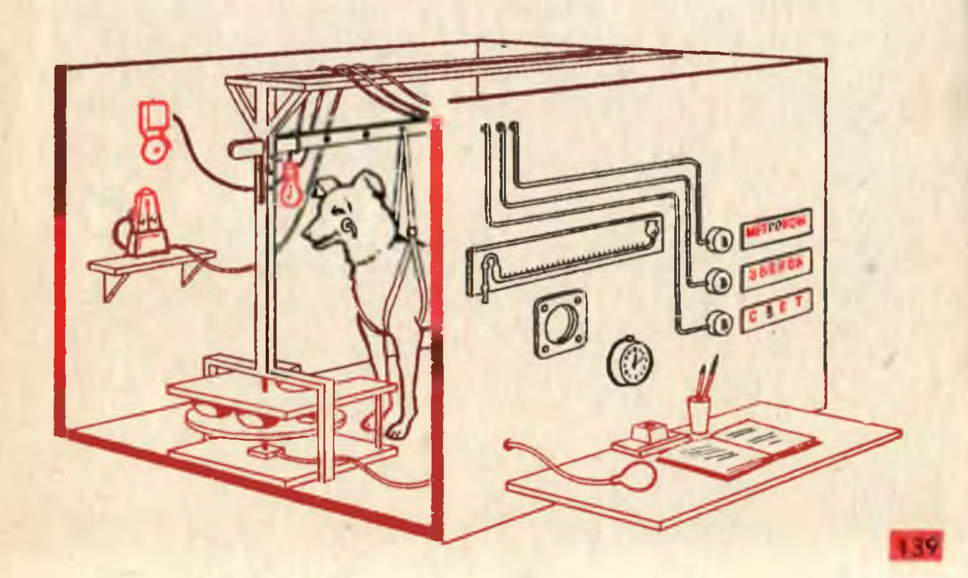
Как же было положено начало созданию учения о высшей нервной деятельности?

Вы помните, что, изучая причины рефлекторного отделения пищеварительных соков, И. П. Павлов встретился с непонятными фактами: у подопытных животных отделение слюны и желудочного сока происходило не только во время кормления, но и тогда, когда они видели пищу, ощущали ее запах, слышали шаги человека, который ежедневно их кормил. У Павлова возникла мысль, что наряду с врожденными рефлексами у животных и людей есть множество рефлексов, которые приобретаются в течение жизни. Именно такие приобретенные рефлексы обеспечивают приспособление организма к конкретным условиям окружающей среды. Чтобы доказать правильность этого предположения, необходимо было создать новую методику опытов.

Методика выработки условных рефлексов. Опыты по выработке условных рефлексов И. П. Павлов ставил на собаках с фистулой слюнной железы. Подопытную собаку закрепляли в специальном станке (рис. **139**), чтобы ее движения не мешали ходу эксперимента. Когда ей давали пищу, у нее, как это бывает обычно, через фистулу выделялась слюна. Пища, раздражавшая рецепторы слизистой оболочки полости рта, была *безусловным раздражителем.*

Этот опыт, который уже много раз проводили для изучения деятельности пищеварительных желез, был видоизменен и усложнен Павловым. Каждый раз за полминуты до кормления перед собакой включали электрическую лампочку. Животное реагировало на внезапно вспыхивающий свет, поворачивая к нему голову, но до момента принятия пищи слюна из фистулы не выделялась. Для слюноотделительного рефлекса на этом этапе опыта свет лампочки был *безразличным раздражителем.* Лампочка продолжала гореть до самого конца кормления. Все это время у собаки происходило отделение слюны под действием пищи.

Включение лампочки неоднократно *сочеталось* с кормлением. И после нескольких повторений опыта стоило зажечь свет, как у собаки начинала обильно выделяться слюна, хотя пищи в кормушке еще не было. Свет, бывший ранее безразличным раздражителем для рефлекса слюноотделения, после неоднократного сочетания с безусловным раздражителем — кормлением — начинал вызывать отделение слюны — становился *условным раздражителем.*



139

В других опытах И. П. Павлов сочетал кормление со звуками трубы, с почесыванием кожи животного. Эти раздражители с течением времени тоже становились условными — вызывали слюноотделение до начала кормления.

Рефлексы, приобретаемые организмом в течение его жизни и образующиеся в результате сочетания безразличных раздражителей с безусловными, И. П. Павлов назвал условными рефлексами.

Чтобы приобретенный рефлекс был прочным, условный раздражитель должен постоянно подкрепляться безусловным.

Условные рефлексы образуются на основе безусловных. Это нетрудно понять, разобрав опыт выработки у собаки условного слюноотделительного рефлекса на свет электрической лампочки. Этот рефлекс образуется на основе безусловнорефлекторного отделения слюны в ответ на раздражение пищей рецепторов полости рта. Чтобы безразличный раздражитель стал условным, необходимо его неоднократное сочетание с безусловным раздражителем. При этом действие безразличного раздражителя должно наступать до начала действия безусловного. В самом деле, в разобранном нами опыте свет включали за 30 с до начала кормления собаки.

Не связанные с вырабатываемым рефлексом раздражители — шумы, запахи, яркий свет, вид посторонних предметов — мешают образованию условных рефлексов. Чтобы устранить такие помехи, животных, у которых вырабатывают условные рефлексы, помещают в специальные камеры (рис. 139) со звукопоглощающими стенами, окрашенными изнутри в спокойный тон. Экспериментатор находится вне камеры. Он включает, пользуясь специальными устройствами, нужные раздражители — свет, звук и другие, вдвигает кормушку с пищей, следит по приборам за подопытными животными.

Дуги условных рефлексов. *У человека и млекопитающих животных дуги условных рефлексов проходят через кору больших полушарий, где в течение всей жизни образуются новые нервные связи.* Как же это происходит? Проследим для примера по цветной таблице XV, как у собаки образуется нервная связь дуги слюноотделительного условного рефлекса на зажигание электрической лампочки.

Как известно, при любом спинномозговом рефлексе или рефлексе, связанном с функциями низших отделов головного мозга, возбуждение передается в кору больших полушарий. Рассматривая дугу безусловного слюноотделительного рефлекса *(А)*, можно увидеть, что возбуждение от рецепторов ротовой полости *(1)* проходит через продолговатый мозг *(2)* к слюнным железам *(3)*, но одновременно оно попадает по проводящим путям головного мозга в участок коры, который называется пищевым центром *(4)*. Таким образом, безусловнорефлекторное отделение слюны связано с возбуждением пищевого центра коры больших полушарий.

Включение электрической лампочки *(Б)* раздражает рецепторы глаза *(5)* собаки. От них возбуждение проводится по зрительным нервам *(6)* к определенной группе клеток в зрительной зоне коры *(7)*. Когда раздражение светом сочетается с кормлением *(В)*, в коре оказываются одновременно возбужденными и пищевой центр *(4)*, и определенный участок зрительной зоны *(7)*. При неоднократном сочетании светового раздражителя с безусловным пищевым *(Г)* между возбужденными участками коры устанавливается временная связь *(8)*, в образовании которой участвует много нейронов. Поэтому при включении лампочки еще до кормления возбуждение, возникающее в соответствующем участке зрительной зоны, проводится по пути образовавшейся связи в пищевой центр. Оттуда оно попадает в центр слюноотделения продолговатого мозга, а из него — к слюнным железам. В результате происходит условнорефлекторное слюноотделение.

Безусловные и условные рефлексы. Безусловные и условные рефлексы играют большую роль в поведении животных и человека. Каждому биологическому виду свойственны определенные врожденные безусловные рефлексы. Потомство наследует их от родителей. *Таким образом, безусловные рефлексы — это рефлексы врожденные и наследственные.* Они сохраняются в течение всей жизни организма, если вследствие заболевания или травмы у него не повреждаются те или иные участки нервной системы.

Безусловные рефлексы связаны с определенными функциями организма. Отделение пищеварительных соков в ответ на раздражение рецепторов полости рта, глотание, волнообразные сокращения стенок пищеварительного канала — все эти и многие другие безусловные рефлексы получили название *пищевых*.

Существует много различных *оборонительных* безусловных рефлексов. Таковы, например, отстранение тела при прикосновении к горячему предмету, кашель, чихание, выплевывание несъедобных веществ, мигание.

В противоположность безусловным условные рефлексы приобретаются в течение жизни организма. Они образуются на основе безусловных. У человека и млекопитающих животных дуги условных рефлексов проходят через кору больших полушарий.

Биологическое значение условных рефлексов. Рассмотрим на примерах, какое значение имеют условные рефлексы для диких животных.

У только что родившихся волчат уже в первые часы жизни проявляются безусловные рефлексы. Лежа около матери, они беспорядочно тычутся мордочками в ее теплую шерсть. Наткнувшись на сосок, они начинают совершать губами и языком согласованные сосательные движения. Все это безусловнорефлекторные движения. Когда молоко попадает в рот волчонка, у него отделяются слюна, желудочный сок, он

глотает пищу. Все это тоже безусловные рефлексы. Но с первых дней жизни у маленьких беспомощных животных начинают вырабатываться и условные рефлексы. Еще не прозрев, детеныши находят мать по запаху, ощущению тепла, исходящего от ее пушистой шерсти. И когда волчица переходит с места на место, волчата ползут за ней. Это пищевой условный рефлекс. Но вот у детенышей открываются глаза: они начинают ориентироваться с помощью зрения. И тогда новым условным пищевым раздражителем для них становится вид матери.

У подрастающих животных проявляются безусловные ориентировочные рефлексы, рефлексы «что такое», как назвал их И. П. Павлов. Волчонок увидел кусок мяса, принесенный матерью в логово, понюхал его, тронул лапой, толкнул. Пока мясо для детеныша еще безразличный раздражитель. Но вот, теребя незнакомый предмет, животное вонзило в него зубы. И сразу же в ответ на раздражение пищей началось безусловнорефлекторное отделение слюны и желудочного сока. Волчонок проглотил мясо. После нескольких сочетаний вкуса мяса с его видом и запахом у зверька образуются новые условные рефлексы. Теперь стоит ему учуять или увидеть лакомый кусок, как у него проявляется ряд реакций: начинается отделение пищеварительных соков, он подбегает к мясу, схватывает его зубами. С течением времени условными раздражителями становятся вид и запах умерщвленной волчицей птицы, задушенной ею полевой мыши.

Когда волчонок подрастает, он постепенно начинает добывать себе пищу самостоятельно. Теперь ее поглощению предшествуют новые условные раздражители: вид птенца, выпавшего из гнезда, хлопанье крыльев птицы, запах заячьего следа. Так постепенно волк приобретает множество пищевых условных рефлексов, которые дают ему возможность сохранить жизнь в определенных условиях окружающей среды.

Другой пример поможет вам понять, как у животных образуются оборонительные условные рефлексы. Пробираясь по лесу, лань попала в заросли дикого шиповника. Острые иглы ранят ее кожу. И после нескольких сочетаний болевого раздражения с видом и запахом растения, причиняющего боль, животное начинает осторожно обходить кусты шиповника.

В тех случаях, когда условия окружающей среды изменяются, у животных образуются новые условные рефлексы, а старые могут исчезать.

■ ***Высшая нервная деятельность. Безусловный раздражитель. Безразличный раздражитель. Условный раздражитель. Условный рефлекс. Безусловный рефлекс.***

? 1. В чем состоит павловская методика выработки условных рефлексов у животных? 2. Каково главное условие, необходимое для образования дуг

условных рефлексов? 3. В чем состоит связь между безусловными и условными рефлексами? 4. Каковы основные различия между безусловными и условными рефлексами? 5. Какую роль играют условные рефлексы в жизни животных?

! 1. Как в физиологических лабораториях у собак вырабатывают слюноотделительный условный рефлекс на звук трубы? 2. Как выработать у собаки условнорефлекторное отдергивание конечности при стуке метронома на основе безусловного оборонительного рефлекса?

▲ Приведите знакомые вам примеры условных рефлексов у домашних животных. Объясните, как образовались эти рефлексы.

55. ТОРМОЖЕНИЕ УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ

Внешнее и внутреннее торможение условных рефлексов. В предыдущих главах и параграфах вы уже неоднократно встречались с явлениями торможения в центральной нервной системе. Как установил И. П. Павлов, в организме происходит торможение не только безусловных, но и условных рефлексов. Своими опытами он доказал, что существуют два вида торможения условных рефлексов — *внешнее* и *внутреннее.*

Внешнее торможение у людей и животных наблюдается в тех случаях, когда в коре больших полушарий возникает очаг возбуждения, вызванного достаточно сильным раздражением, не связанным с данным условным рефлексом. Как же происходит внешнее торможение условных рефлексов?

Работая с фистульной собакой, у которой был выработан прочный условный рефлекс на свет электрической лампочки, Павлов в момент включения условного раздражителя внезапно давал пронзительный звонок. В таких случаях условнорефлекторное отделение слюны не происходило. Громкий звук вызывал образование очага сильного возбуждения в слуховой зоне коры больших полушарий животного. В результате слюноотделительный условный рефлекс на свет тормозился.

Познакомимся по цветной таблице XVI с теми процессами, которые протекают в коре больших полушарий собаки, когда слюноотделительный рефлекс на свет *(А)* тормозится звуком звонка. Действие сильного раздражителя *(Б)* на слуховые рецепторы вызывает возбуждение большой силы в слуховой зоне коры *(9).* Тогда в клетках мозга, расположенных вокруг очага возбуждения, возникает торможение *(10).* Оно разливается по коре больших полушарий. Когда торможение распространяется на зрительную зону *(7)*, возбуждение не может проводиться через расположенные в ней нейроны *(В).* Поэтому дуга условного слюноотделительного рефлекса прерывается.

В жизни животных явления внешнего торможения играют важную роль. Благодаря этому процессу поведение животного

может быстро перестраиваться в зависимости от событий, которые происходят в окружающей среде. Это нетрудно понять на примере.

Около курятника лиса учуяла запах птицы. У хищницы начала обильно отделяться слюна, и она стала подбираться к добыче. Но внезапно грянул выстрел, и лисицу обожгла боль. Условнорефлекторное слюноотделение сразу же прекратилось, затормозились и мышечные рефлексы, связанные с охотой, и животное пустилось наутек. Биологическое значение этого явления понятно: торможение пищевых рефлексов в момент опасности дало возможность проявиться оборонительным реакциям, которые спасли лисе жизнь.

Внутреннее торможение условных рефлексов связано с более сложными процессами, протекающими в коре головного мозга. Рассмотрим один из случаев внутреннего торможения.

После того как у собаки был выработан прочный условный слюноотделительный рефлекс на свет, с ней провели новую серию опытов. Перед животным много раз подряд включали лампочку, но не подкрепляли этот условный раздражитель безусловным — пищей. После каждого нового включения света животное выделяло все меньше и меньше слюны. В конце концов слюноотделение совсем прекращалось. *Если много раз подряд не подкреплять условный раздражитель безусловным, то в центре условного рефлекса, находящемся в коре, развивается внутреннее торможение:* ответная реакция постепенно ослабевает, а затем исчезает вовсе — угасает.

На следующий день у подопытной собаки после первого зажигания лампочки вновь начинала обильно выделяться слюна. Но так как и на этот раз условный раздражитель не подкреплялся кормлением, слюноотделение быстро ослабевало, а затем прекращалось. Изо дня в день повторяли этот опыт с одной и той же собакой, и с каждым днем уменьшалось количество слюны, выделявшейся ею на свет лампочки. Наконец наступил день, когда в ответ на световой раздражитель из фистулы не выделилось ни одной капли слюны. У животного произошло полное угасание условного рефлекса.

Этот опыт знакомит вас с важной особенностью условных рефлексов. Вам известно, что они образуются в течение всей жизни организма. Но, кроме того, *условные рефлексы, уже ставшие прочными, угасают, когда условный раздражитель перестает подкрепляться безусловным.* Вот почему И. П. Павлов назвал связи, возникающие в коре при образовании условных рефлексов, временными связями.

Благодаря тому что у организма постоянно могут образовываться новые условные рефлексы, а старые, не находящие подкрепления, угасают, его поведение непрерывно приспосабливается к изменяющимся условиям окружающей среды. Значение угасания условных рефлексов для животных нетрудно понять на примере.

Изо дня в день лось пил воду из ручья, находившегося в чаще леса. Вид тропы к ручейку, запах следов животных, которые ходили по ней на водопой, журчание воды и многие другие признаки стали условными раздражителями, сигналами воды. Но вот наступила засуха, и вода в ручье начала убывать. Настал день, когда лось больше не нашел питья в пересохшем русле. В первые дни он продолжал приходить к высохшему ручейку, но условные рефлексы не подкреплялись безусловным раздражителем — воды не было. И старый рефлекс постепенно угас. Но лось нашел воду в озере, которое находилось неподалеку, и у него образовались новые условные рефлексы.

Различение раздражений. Через посредство рецепторов организм постоянно получает из окружающей среды множество разнообразных раздражений. Тонкое различение их происходит в коре больших полушарий. В основе этого явления лежат процессы внутреннего торможения. Чтобы познакомиться с тем, как у животных возникает различение раздражений, разберем один из опытов, проведенных в лаборатории И. П. Павлова.

После того как у собаки был выработан прочный условный слюноотделительный рефлекс на звук трубы, животное начали подкармливать только тогда, когда звучал определенный тон. В начале опыта включение звуков других тонов тоже вызывало отделение слюны. Но эти раздражители не подкреплялись пищей. Через некоторое время у собаки затормозились условные рефлексы на звуки, не подкреплявшиеся кормлением. Теперь она выделяла слюну только на звук определенной высоты, а любой другой, даже очень близкий ему тон не вызывал у животного слюноотделения.

Различение раздражений играет огромную роль в жизни животных, особенно диких. Среди множества безразличных раздражителей — шума ветра, шелеста листьев и других звуков, наполняющих лес, — лисица улавливает едва слышный шорох крыльев птиц. За такими птицами она уже охотилась, и этот слабый звук неоднократно подкреплялся безусловным раздражителем — пищей. Среди разнообразных запахов заяц различает запах лисицы — ведь лисы охотились за ним и раньше, — и зверек обращается в бегство.

Таким образом, различение раздражений способствует сохранению жизни животных в той среде, в которой они обитают.

Внешнее торможение. Внутреннее торможение. Угасание условных рефлексов. Временные связи. Различение раздражений.

1. Каково биологическое значение внешнего торможения для животных?
2. Каково биологическое значение внутреннего торможения для животных?
3. Как в лабораториях вырабатывают у животных различение раздражений?
4. Какое значение для животных имеет различение раздражений?

1. Как у собаки, боящейся палки, выработать положительный условный рефлекс на вид этого предмета? Какие процессы будут при этом происходить в коре? 2. Почему, увидев хозяина, кошка, подбирающаяся к крынке с молоком, отскакивает от нее?

ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА

Сложность поведения человека. Поведение человека резко отличается от поведения животных, даже наиболее высокоорганизованных. Только человеку свойственны такие сложные проявления деятельности головного мозга, как высокоразвитое сознание, отвлеченное мышление и связанная с ними речь. Все эти особенности высшей нервной деятельности постепенно развились у человека в связи с его общественным трудом, благодаря которому люди смогли сознательно воздействовать на природу. Однако и эти сложнейшие формы поведения людей тесно связаны с образованием условных рефлексов, их торможением, различением раздражений.

Образование условных рефлексов у человека начинается с первых дней жизни ребенка. Изо дня в день, когда мать кормит младенца, его тельце находится в определенном положении. И это положение скоро становится для него условным раздражителем, который постоянно подкрепляется безусловным — приемом пищи. Уже в возрасте 1—2 недель у младенца отчетливо проявляется условный рефлекс: стоит взять его на руки в положении, обычном для кормления, как он начинает делать губками и язычком сосательные движения.

Проходят дни, недели, и количество условных рефлексов у грудного ребенка все увеличивается. Условным пищевым раздражителем становится для него вид матери. Четырехмесячный младенец узнает мать, тянется к ней ручонками. Такова же реакция младенца и на бутылочку, из которой он сосет молоко. У него начинают вырабатываться и оборонительные условные рефлексы. Чайной ложкой ему вливают в рот неприятное по вкусу лекарство. И вид ложечки становится условным раздражителем: увидев ее, дитя плачет, отталкивает ложечку.

Ребенок подрастает. Его перестают кормить из бутылочки. Теперь его кормят вкусной пищей из ложечки, и оборонительный рефлекс на этот предмет тормозится — угасает. Он заменяется новым условным рефлексом, в котором ложечка становится пищевым раздражителем, и теперь, увидев ее, ребенок начинает к ней тянуться.

Так с течением времени под действием раздражений окружающей среды у ребенка образуется все больше условных рефлексов. Вот вокруг годовалого ребенка летает золотистая оса. Он тянется к ней ручонками, хватает ее. И сочетание вида насекомого со жгучей болью приводит к образованию оборонительного условного рефлекса. Теперь, увидев осу, ребенок плачет, прячет ручонки за спину, убегает.

Такие условные рефлексы маленьких детей не отличаются от тех, которые образуются у животных. Подобные рефлексы не теряют своего значения и для взрослых людей. Они проявляются у нас постоянно.

При виде вкусной пищи у нас начинают «течь слюнки», позвякивание посуды возбуждает наш аппетит, мы не прикасаемся к кастрюле, если из-под ее крышки вырывается пар. Просыпаемся мы по звону будильника. Стрелка часов сигнализирует нам о том, что настало время завтрака, ухода в школу. Учебные занятия в школе начинаются и кончаются по звонку.

Наблюдается у нас и *торможение* условных рефлексов. Так, внезапный оглушительный удар грома останавливает выделение слюны, уже начавшееся при виде вкусной пищи. Это — внешнее торможение.

Рассмотрим пример внутреннего торможения у человека. Надев новую одежду, мы в первые дни протягиваем руку за носовым платком, кошельком к тому месту, где на старой был карман. Но кармана на прежнем месте нет. Рефлекс, не находящий подкрепления, с течением времени угасает. У нас образуется новый условный рефлекс, и мы безошибочно находим карман в той одежде, которую носим теперь.

Такие условные рефлексы, как известно, определяют поведение животных, но они далеко не исчерпывают всей сложности высшей нервной деятельности человека, который познает окружающий мир и активно воздействует на него. В познании человеком окружающего мира особое значение приобрело *слово.*

Значение слова. *Слово воспринимается только человеком. Оно имеет первостепенное значение в жизни людей. Слово — своеобразный раздражитель для большинства наших условных рефлексов.* Понять это вам поможет простой опыт.

Представьте себе куст красной смородины, увешанный кистями ярких блестящих ягод, сквозь полупрозрачную мякоть которых просвечивают семена. Вы срываете кисть и снимаете губами ягоды с веточки. От кислоты раздавленных во рту плодов у вас сжимаются челюсти... Почему же ваш рот наполнился слюной при чтении этих строк? Ведь вы сейчас не ели смородины, не видели ее. Но в прочитанных вами словах рассказывалось о вкусе красной смородины, ее виде. Эти слова подействовали на вас как условный раздражитель. Не раз, когда вы ели кислую красную смородину, у вас обильно выделялась слюна. Рефлекс на слово, который вы только что пронаблюдали у себя, образовался на основе двух рефлексов: безусловного — на вкус смородины и условного — на ее вид.

Но значение слова для человека не ограничивается функцией условного раздражителя. Оно появилось как *средство общения* между людьми в их трудовой деятельности. Вся

жизнь человеческого общества основывается на общении людей посредством речи. Научиться говорить можно только в человеческом обществе. Это подтверждают отдельные случаи, описанные в литературе, когда грудных детей, потерянных родителями, вскармливали дикие звери. У таких детей, найденных в 5—7-летнем возрасте, совершенно отсутствовала речь, не было свойственного человеку мышления. В дальнейшем их уже было невозможно научить говорить.

В обычных условиях ребенок начинает говорить в возрасте одного-полутора лет. Вначале слова, которые он произносит, обозначают для него единичные предметы. Так, слово «стол» означает для него тот столик, за которым его кормят. Но с течением времени он начинает называть тем же словом письменный стол отца, кухонный стол и столик для радиоприемника. Ребенок начинает *обобщать* словом «стол» различные предметы, имеющие общие признаки.

Таким образом, *слово выражает наши понятия.* Мы обобщаем словами не только предметы, их свойства и признаки, явления природы, но также свои ощущения, переживания и отвлеченные понятия. Мы мыслим словами. Значит, *основой мышления является слово.* В высшей нервной деятельности человека рефлексы, сходные с условными рефлексами животных, отодвигаются на второй план. Основные проявления высшей нервной деятельности человека связаны с речью, отвлеченным мышлением.

Может показаться, что и животные понимают смысл слов. В самом деле, собака, у которой выработан соответствующий условный рефлекс, становится на задние лапы, когда ей говорят: «Служи!» Но смысла слова животное не понимает. Оно становится на задние лапы и при других, похожих сочетаниях звуков — «скажи», «лежи», «дружи». Но когда такой собаке говорят: «Встать на задние лапы!» — она не реагирует на эти слова.

По-иному проявляется реакция на слово у людей. Даже маленький ребенок, только начинающий ходить, одинаково реагирует на различные фразы зовущей его матери, не похожие друг на друга по сочетанию звуков: «Иди сюда!», «Поди к маме!» Ребенок закрывает глаза, когда ему говорят: «Спи!», «Усни!», «Надо спать!», «Закрой глазки!» Таким образом, человек реагирует не на сочетания звуков, а на смысл слов.

Проходят годы, и ребенок все больше овладевает речью, сложнее становятся понятия, обозначаемые словами. Вместе с речью развивается и мышление ребенка. В 5—7-летнем возрасте он начинает читать и писать.

Устная и письменная речь играет огромную роль в развитии человеческого общества. Она позволяет нам знакомиться не только с опытом других людей, но и с тем опытом, который человечество накопило на протяжении всей своей истории.

Зависимость сознания человека от функций коры больших полушарий. Сознание людей неразрывно связано с

деятельностью коры их головного мозга. Это доказывается многими фактами. Рассмотрим некоторые из них. Известны случаи, когда дети родятся с недоразвитой корой больших полушарий или совсем без нее. Такие дети живут обычно недолго, не более трех лет. В течение своей короткой жизни они по поведению не отличаются от только что родившегося младенца. У них не образуется ни одного условного рефлекса, сознание и связанная с ним речь отсутствуют.

Иногда из-за мозгового заболевания или черепного ранения нарушаются функции больших полушарий мозга человека. Тогда он может потерять рассудок.

Эти факты свидетельствуют о том, что без коры головного мозга не может быть мышления.

Успехи науки в изучении деятельности головного мозга не оставляют места ложным религиозным представлениям о «душе», независимой от тела, свойствами которой будто бы объясняется сознательная деятельность человека. Эти представления в течение многих веков тормозили развитие подлинно научных взглядов на сознание и мышление человека. Русские физиологи И. М. Сеченов, И. П. Павлов и их последователи внесли неоценимый вклад в создание учения о высшей нервной деятельности человека, которое доказывает многочисленными неоспоримыми фактами полную несостоятельность религиозных вероучений о «душе».

■ *Слово как условный раздражитель. Слово как основа мышления.*

? 1. В чем сходство высшей нервной деятельности человека и животных? 2. Когда начинают появляться условные рефлексы у человека? 3. Как доказать, что дрессированные животные реагируют не на смысл слов, а на сочетание звуков? 4. Какие известные вам факты подтверждают, что сознание человека — это проявление деятельности коры больших полушарий?

▲ 1. Вспомните, какие условные рефлексы играют роль в вашей повседневной жизни. 2. Приведите примеры внешнего и внутреннего торможения условных рефлексов из своего личного опыта. 3. Приведите из жизни пример оборонительного условного рефлекса на слово.

57 ГИГИЕНА НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Значение состояния нервной системы для нормальной деятельности организма. Нервная система человека функционирует непрерывно и днем и ночью. Согласованная деятельность систем органов совершается под постоянным воздействием нервных влияний. При любом рефлексе возбуждение проводится в кору больших полушарий. Многочисленные рефлексы, безусловные и условные, все время обеспечивают взаи-

модействие нашего организма с окружающей средой. Различение раздражений, воспринимаемых разными рецепторами, осуществляется в коре головного мозга. Сложные нервные процессы, протекающие в головном мозге человека, — это основа его сознательной деятельности, проявляющейся во всех сторонах жизни общества. Любая работа человека — на производстве, в различных областях науки, культуры, искусства, занятия в школе и других учебных заведениях — связана с разнообразными проявлениями высшей нервной деятельности, начиная от простейших условных рефлексов и кончая сложнейшими мыслительными процессами. Поэтому при любом виде деятельности человека утомление развивается прежде всего в его центральной нервной системе.

Нормальная деятельность организма зависит в большой степени от состояния центральной нервной системы и особенно головного мозга. Вот почему переутомление центральной нервной системы влечет за собой расстройство ряда жизненных функций организма, ведет к резкому уменьшению или даже потере работоспособности.

Развитие утомления в центральной нервной системе в значительной мере задерживается процессами торможения, постоянно протекающими в ней.

Защитная роль торможения. *Торможение — это одно из защитных приспособлений организма. Оно предупреждает быстрое нарастание утомления в центральной нервной системе.*

Вы уже знаете, что возникновение сильного возбуждения в каком-либо участке центральной нервной системы влечет за собой развитие торможения в других ее участках. Через заторможенные участки возбуждение не проходит, и за это время они восстанавливают свою работоспособность.

Но если человек не соблюдает правил гигиены, то торможение в центральной нервной системе может принести ему и вред. Например, некоторые люди во время еды разговаривают, читают. Эти посторонние раздражители вызывают торможение безусловных и условных пищевых рефлексов. Тогда отделение пищеварительных соков ослабевает, волнообразные сокращения пищевода и кишок становятся вялыми. Все это сильно нарушает процессы пищеварения.

Гигиена физического труда. Физический труд обычно связан с продолжительной работой одних и тех же групп мышц. Поэтому определенные участки центральной нервной системы, регулирующие деятельность этих мышц, подолгу находятся в состоянии возбуждения. С течением времени в них начинает развиваться утомление. Чтобы избежать чрезмерно быстрого утомления, полезно во время перерывов в работе проводить производственную гимнастику. При ее выполнении основная нагрузка переносится на те мышцы, которые мало участвуют в труде, что ведет к возбуждению новых участков

мозга. В тех его частях, которые были возбуждены во время работы, развивается торможение. За это время они восстанавливают свою работоспособность.

В наши дни в производство широко внедряются механизация и автоматизация трудоемких процессов, что облегчает труд рабочих. В тех отраслях хозяйства, где производство еще полностью не механизировано, большое значение приобретает рационализация труда. В результате рационализации устраняются лишние движения рабочих, устанавливается наиболее благоприятный ритм работы разных групп мышц. Такой ритм обеспечивает попеременное возбуждение и торможение участков мозга, регулирующих работу мышц, в наиболее выгодном для нервной системы темпе. Это способствует предупреждению ее перегрузки.

Гигиена умственного труда. Умственный труд связан с деятельностью огромного количества нейронов коры, которые участвуют в сложнейших процессах, обусловливающих мышление. Продолжительная умственная работа вызывает нарастание утомления в центральной нервной системе. Торможение в ней начинает преобладать над возбуждением. При умственном труде возбужденным участкам центральной нервной системы необходим отдых. Хорошим средством такого отдыха служит гимнастика или другая физическая нагрузка во время перерывов в работе. Занятия в учебных мастерских, на школьном участке не только готовят вас к будущему труду, но и препятствуют развитию утомления в центральной нервной системе. В тех участках мозга, которые были возбуждены во время уроков в классе, развивается торможение. Такое же значение имеют уроки физкультуры в школе, пятиминутные перерывы для занятий гимнастикой в учреждениях.

Чередование физического и умственного труда имеет первостепенное значение в защите центральной нервной системы человека от нарастания утомления.

Режим дня. Чтобы предотвратить чрезмерно быстрое развитие утомления в центральной нервной системе, важно соблюдать режим дня — точный ежедневный распорядок труда и отдыха, приема пищи, сна. В течение дня, чередуя умственный труд с теми или иными видами физического труда и с отдыхом, надо отводить каждому из них раз навсегда установленные часы.

При строгом соблюдении режима дня у человека образуется много различных условных рефлексов на время. Это создает определенный ритм в жизни организма. Человек просыпается ежедневно в одно и то же время. У него начинается условнорефлекторное отделение пищеварительных соков, когда приходит пора завтрака, обеда, ужина. Это, как вы знаете, способствует хорошему перевариванию пищи. Если человек занимается физическим трудом в одни и те же часы, то у него еще до начала работы повышается обмен веществ,

сердечная деятельность учащается и усиливается, дыхание становится более глубоким. Весь организм оказывается подготовленным к повышенной нагрузке. Если человек ложится спать каждый вечер в один и тот же час, то он быстро засыпает.

Поэтому у людей, строго соблюдающих распорядок дня, функции различных систем органов легко перестраиваются, когда человек переходит от одних видов повседневной деятельности к другим. Это предотвращает быстрое развитие утомления нервной системы.

В режиме дня большое значение имеет правильно организованный отдых. В послеобеденное время очень полезно соблюдать тихий час. Но длительное безделье не дает организму настоящего отдыха. Каждый из вас замечал, что во время прогулки, игры в волейбол, катания на коньках, ходьбы на лыжах, чтения интересной книги вы хорошо отдыхаете. Это *активный отдых.* Его польза объясняется тем, что на участки коры, где развилось утомление, процессы торможения распространяются скорее тогда, когда возбуждены другие ее участки.

Физиология труда. Вопросы наиболее рациональной организации трудовой деятельности человека стали предметом исследования особой науки — *физиологии труда,* основанной на знаниях, которые накопила физиология человека. Основы физиологии труда были заложены И. М. Сеченовым. Эта наука разработала ряд мер, предупреждающих перегрузку нервной системы. Рассмотрим некоторые из них.

Различные посторонние раздражители вызывают торможение условных рефлексов, связанных с трудовой деятельностью. Вот почему производительность труда снижается под действием шумов, чрезмерно сильного света, яркой окраски окружающих предметов, слишком высокой или низкой температуры. Эти воздействия тормозят условные рефлексы, связанные с трудом, способствуют развитию утомления. Поэтому при работе важно избегать каких бы то ни было посторонних раздражителей. На промышленных предприятиях, в учреждениях, учебных заведениях нашей страны создается обстановка, благоприятная для труда. Стены рабочих помещений, классных комнат окрашивают в неяркие тона, источники сильного света загораживают специальной арматурой, ведется борьба с производственными шумами. Проводится борьба с шумами и в населенных пунктах Советского Союза: в черте города Москвы и в других крупных промышленных центрах запрещены автомобильные и паровозные гудки, трамвайные звонки. Расширение и озеленение улиц также играют большую роль в ослаблении городского шума.

Рационализация труда, установление режима дня, чередование физического труда с умственным, правильная организация отдыха — все эти вопросы разрабатываются

физиологией труда, которая играет очень важную роль в создании условий, препятствующих переутомлению нервной системы трудящихся.

Влияние на нервную систему спиртных напитков и курения. Алкоголь и никотин — очень ядовитые вещества. Наиболее сильное действие они оказывают на центральную нервную систему. Распространенное мнение, будто спиртные напитки бодрят человека, повышают его жизнедеятельность, неверно.

В лаборатории И. П. Павлова были проделаны над животными опыты, благодаря которым удалось выяснить, что опьянение нарушает условные рефлексы, ослабляет процессы торможения. Это делает поведение животных беспорядочным и нецелесообразным.

Такое же поведение наблюдается у пьяных людей. Движения их неточны, речь бессвязна и бессмысленна, мыслительные процессы нарушены. Несчастные случаи и крупные аварии на производстве бывают нередко следствием нетрезвого состояния одного из многих сотен рабочих.

Алкоголизм вызывает тяжелые, непоправимые поражения центральной нервной системы. У алкоголиков расстраивается высшая нервная деятельность, постепенно слабеют умственные способности. В конце концов наступает полная потеря человеческого облика.

Очень вредно влияет на нервную систему людей никотин. Он настолько ядовит, что впрыскивание в кровь нескольких его капель смертельно для крупных млекопитающих животных. Курильщики отравляют себя постепенно. *Подобно алкоголю, никотин особенно сильно действует на центральную нервную систему.* Курящие люди становятся раздражительными, память их постепенно слабеет, так как ухудшается снабжение мозга кровью, руки начинают дрожать. Курение нередко становится причиной преждевременной смерти человека из-за спазмов мозговых сосудов.

Чтобы нервная система функционировала нормально, нужно ежедневно заниматься различными видами деятельности — физическим и умственным трудом, строго соблюдать режим дня, правильно сочетать работу с отдыхом, не пить спиртных напитков и не курить.

Защитная роль торможения. Режим дня. Рефлексы на время. Активный отдых. Физиология труда.

? 1. Почему однообразие деятельности человека способствует развитию утомления нервной системы? 2. Каковы гигиенические требования к организации физического и умственного труда? 3. Почему смена видов деятельности человека предупреждает быстрое развитие утомления? 4. Какое значение для человека имеет соблюдение режима дня? 5. Как влияют на нервную систему алкоголь и никотин?

▲ Составьте режим дня, основываясь на распорядке жизни дома и на расписании занятий в школе. При этом учтите, что на учебные занятия в школе отводится 5—6 ч в день, на приготовление домашних заданий для школы — 2—3 ч, что пребывание на свежем воздухе (различные работы, спортивные игры, прогулки) должно длиться не менее 3 ч, а сон — 8—9 ч в сутки. Отдайте составленный вами режим дня учителю для проверки и исправления, а затем строго соблюдайте установленный распорядок. Это поможет вам правильно наладить свой труд и отдых, уберечь свою центральную нервную систему от перенапряжения.

58. СОН И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ

Физиологическая природа сна. *Наиболее полный отдых центральной нервной системе дает сон.* У спящего человека деятельность ряда систем органов протекает менее интенсивно, чем во время бодрствования. Тонус скелетных мышц у него уменьшен, обмен веществ в тканях снижен, сердечные сокращения и дыхательные движения замедлены и ослаблены, температура тела понижена. У крепко спящих людей обычно не проявляются условные рефлексы, временно выключается мышление. Поэтому во время сна деятельность нервной системы связана в основном лишь с поддержанием жизненно важных функций организма. Вот почему во время сна человек отдыхает.

Продолжительность сна неодинакова у людей разного возраста. Грудные дети в первые месяцы жизни спят бóльшую часть суток и просыпаются чаще всего в часы кормления. Взрослый человек должен спать 7—8 ч, школьник 14—16 лет — 8—9 ч в сутки.

С давних времен с «загадочным» явлением сна было связано множество суеверий и предрассудков. Трудно было понять, почему спящий человек становится слепым и глухим, словно мертвый, а после пробуждения нередко рассказывает об удивительных происшествиях, которые с ним приключились, когда он спал. Так возникло поверье, будто во время сна человеческая «душа» временно покидает тело и странствует в неведомых мирах, где сверхъестественные силы посылают ей «вещие» сновидения.

Ученым долго не удавалось найти правильный подход к объяснению явления сна и установлению вызывающих его причин. Большой вклад в решение этого трудного вопроса был сделан И. П. Павловым на основании опытов и наблюдений.

Проводя опыты по изучению внутреннего торможения, Павлов заметил, что бывают случаи, когда действие условного раздражителя, много раз подряд не подкрепляемого безусловным, вызывает у животных сонливость, а затем и сон. Это легко понять, например, из опыта с собакой, у которой был выработан условный рефлекс отделения слюны на звук трубы.

Когда многократное действие этого раздражителя не подкреплялось кормлением, животное засыпало.

На основании этого и многих других аналогичных наблюдений И. П. Павлов пришел к заключению, что сон — это торможение, охватывающее кору больших полушарий и некоторые другие отделы мозга.

Значение сна. Деятельность центральной нервной системы в течение дня, как вы знаете, очень напряженная. Поэтому в нервной системе развивается утомление. Оно наступает позднее, если человек соблюдает режим дня, чередует физический труд с умственным, но совсем избежать утомления нервной системы невозможно. При его нарастании в коре головного мозга развивается торможение. Мысли начинают путаться, ощущения внешнего мира теряют ясность, тонус мышц уменьшается. Когда посторонние раздражения не мешают человеку, он засыпает.

Если в течение долгого времени человек недосыпает или двое-трое суток совсем не спит, то это грозит серьезным заболеванием — переутомлением нервной системы. Оно может надолго лишить человека работоспособности. Животные, которых ученые в порядке опыта искусственно лишали сна в течение нескольких суток, погибали.

Таким образом, *сон — это защитное приспособление организма, предупреждающее переутомление нервной системы.*

Гигиена сна. Чтобы во время сна наш организм получал возможно более полный отдых, надо соблюдать ряд гигиенических правил. Ужинать нужно не позднее чем за 2 ч перед сном, чтобы давление переполненного желудка на диафрагму не мешало свободному дыханию. С отходом ко сну связано много условных рефлексов. Раздражители, способствующие быстрому развитию сонного торможения, — это и наступление обычного времени сна, и многие действия, которые мы всегда выполняем перед тем, как ложимся спать, например готовим постель, умываемся, раздеваемся, выключаем свет, укладываемся в постель.

Мы быстро засыпаем и спокойно спим, когда на нас не действуют посторонние раздражители, которые могли бы помешать развитию торможения; к их числу относятся яркий свет, шум, резкие запахи, чрезмерно высокая или низкая температура. Для нормального сна большое значение имеет свежий воздух. Поэтому на ночь полезно открывать окно или форточку. Спать надо в свободной позе, лучше всего на правом боку, так как с левой стороны расположено сердце, не свертываться калачиком. Затемненная комната, тишина, тщательно приготовленная постель, легкое, но достаточно теплое одеяло, свободное удобное ночное белье — все это устраняет раздражения, которые могли бы помешать сну. Подушку

нельзя класть слишком высоко, так как могут оказаться сдавленными сосуды, приносящие кровь к голове, но когда голова лежит очень низко, к мозгу притекает слишком много крови и это мешает нормальному сну.

Соблюдение всех гигиенических требований к организации сна обычно обеспечивает глубокое торможение в головном мозге, спокойный крепкий сон. Нервная система отдыхает. Когда спящему мешают какие-либо внешние или внутренние раздражения, его сон неглубок, беспокоен.

Сновидения. Иногда во время сна в коре, находящейся в состоянии сонного торможения, остаются отдельные возбужденные участки. В таких случаях у человека возникают различные сновидения — ощущения и образы, часто связанные с теми раздражениями, которые помешали развитию полного торможения в коре. Слишком тепло укрытому человеку может присниться раскаленная знойная пустыня. Громовые раскаты во время грозы нередко вызывают сны, связанные с боями, взрывами. Иногда человеку снится, что его душат. Причиной подобных кошмаров может быть неудобная поза, при которой сдавливается грудная клетка, что затрудняет дыхательные движения. Такие же сновидения иногда возникают у людей, плотно поевших перед сном, так как уменьшение подвижности диафрагмы приводит к понижению вентиляции легких.

Часто сновидения вызываются событиями, которые особенно сильно занимают нас в данное время. Человек ждет важного сообщения, и его мысли заняты ожиданием. Когда он засыпает, в коре больших полушарий наступает торможение. Не заторможены те участки, которые особенно сильно возбуждены из-за ожидаемого события. Человек видит во сне, что он получил то известие, которого так ждал. Проснувшись утром, он получает наконец телеграмму. Вот о таких случаях малокультурные люди и говорят: «Сон в руку».

Бывает, что люди, забывшие, куда они положили необходимый предмет, вспоминают об этом во сне. Понять причину такого «вещего» сновидения нетрудно. В течение дня многочисленные нервные процессы тормозили те связи, которые образовались в мозгу человека в тот момент, когда он убирал предмет. Во время сна по коре разливается торможение. Но те ее участки, которые связаны с поисками необходимого предмета, могут остаться возбужденными, ведь человек обеспокоен потерей. Тогда возбуждение беспрепятственно проходит по нужным путям в коре, и спящий видит во сне, где находится предмет.

Таково происхождение поверья о «вещих» сновидениях. Суеверный же человек, верящий в сны, всегда старается истолковать увиденное, ведь в течение дня происходит много событий. Если хорошенько подумать да погадать, то, пожалуй, можно приноровить виденное во сне к тому, что произошло в действительности.

Вера в «вещие» сны делает людей нерешительными и может привести даже к несчастному случаю. Бывает, что, увидев «дурной» сон, суеверный человек думает: «Быть беде». Его гнетет ужас, он становится рассеянным. В таком состоянии легко ошпариться, упасть, сильно ушибиться. Вот и получается, что «сон сбылся».

■ *Сон. Сновидения.*

? 1. Как изменяется деятельность различных систем органов во время сна? 2. Какое значение сон имеет для организма? 3. Какие условия способствуют развитию сна? 4. Каковы основные правила гигиены сна? 5. Какой вред приносит людям вера в «вещие» сны?

59. ГОРМОНЫ. ВНУТРИСЕКРЕТОРНАЯ ФУНКЦИЯ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ. НАДПОЧЕЧНИКИ

Регуляция физиологических функций организма. Нервная регуляция функций организма связана с рефлекторной деятельностью. Рефлексы обеспечивают быстрые реакции на события, совершающиеся в окружающей нас среде, а также на изменения, происходящие в самом организме. Благодаря нервной системе осуществляется почти мгновенное взаимодействие между различными органами и системами органов. Поэтому происходит быстрое согласование их деятельности.

Но, изучая предыдущие темы, вы неоднократно встречались и с другим видом регуляции физиологических функций организма — с гуморальной регуляцией, т. е. действием веществ, вырабатываемых одними органами, на деятельность других через посредство крови.

Вспомним хотя бы, как влияет адреналин, выделяемый надпочечниками, на частоту и силу сердечных сокращений, на величину просветов кровеносных сосудов. В чем состоит основное различие между нервной и гуморальной регуляцией жизненных процессов?

Если рефлекторные реакции осуществляются быстро, на протяжении долей секунды, то гуморальное воздействие веществ, приносимых кровью к органам, развивается гораздо медленнее — в течение нескольких минут, иногда часов. Зато эти вещества действуют в организме более или менее продолжительное время. Среди таких веществ, образующихся в организме, очень важное значение имеют *гормоны*, вырабатываемые *железами внутренней секреции*.

Гормоны. Все гормоны — это органические соединения. Одни из них являются белковыми веществами, другие имеют иную химическую природу.

Гормоны — это высокоактивные вещества, образующиеся в организме. Ничтожные их количества оказывают мощное воздействие на деятельность определенных органов и их систем. Так, при нанесении на обнаженное сердце лягушки раствора адреналина концентрации 1 : 10 000 увеличиваются сила и частота сердечных сокращений.

В организме образуется много различных гормонов. Пока еще далеко не все они изучены. Каждый из них оказывает вполне определенное действие на процессы, протекающие в организме. Гормоны играют чрезвычайно важную роль в регуляции обмена веществ.

Железы внешней и внутренней секреции. Изучая предыдущие темы, вы познакомились со многими железами нашего

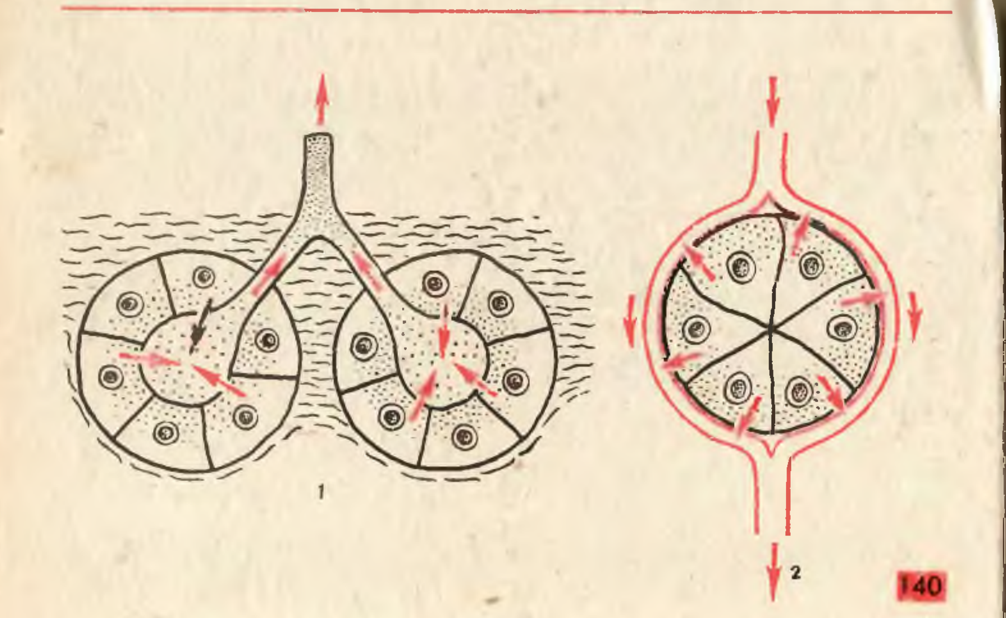
организма, например слюнными, желудочными, потовыми, сальными. Все они выделяют образующиеся в них вещества через выводные протоки либо в полости органов тела, либо во внешнюю среду. Такие железы называются *железами внешней секреции* (рис. 140, *1*).

Но в нашем организме есть железы и другого рода. Они не имеют выводных протоков и выделяют образующиеся в них гормоны непосредственно в кровь, которая протекает по пронизывающим их ткань капиллярам. Такие железы получили название *желез внутренней секреции (2)*. Расположение некоторых из них показано на рисунке 8 (с. 10).

Ученые установили, что в организме человека и высших животных есть некоторые железы, выполняющие одновременно и внешнесекреторную и внутрисекреторную функции. К числу таких желез принадлежит уже отчасти известная вам поджелудочная, а также половые железы.

Внутрисекреторная функция поджелудочной железы. Как вы знаете, в поджелудочной железе образуется поджелудочный сок. Он выделяется из нее по выводным протокам в двенадцатиперстную кишку. Поджелудочный сок играет основную роль в процессах расщепления питательных веществ в этом отделе пищеварительной системы. Такова внешнесекреторная функция поджелудочной железы.

Есть в поджелудочной железе (рис. 141) особые клетки, которые расположены отдельными скоплениями — островками *(2)*, не связанными с выводными протоками. Клетки островков выделяют гормоны в кровь, которая протекает по

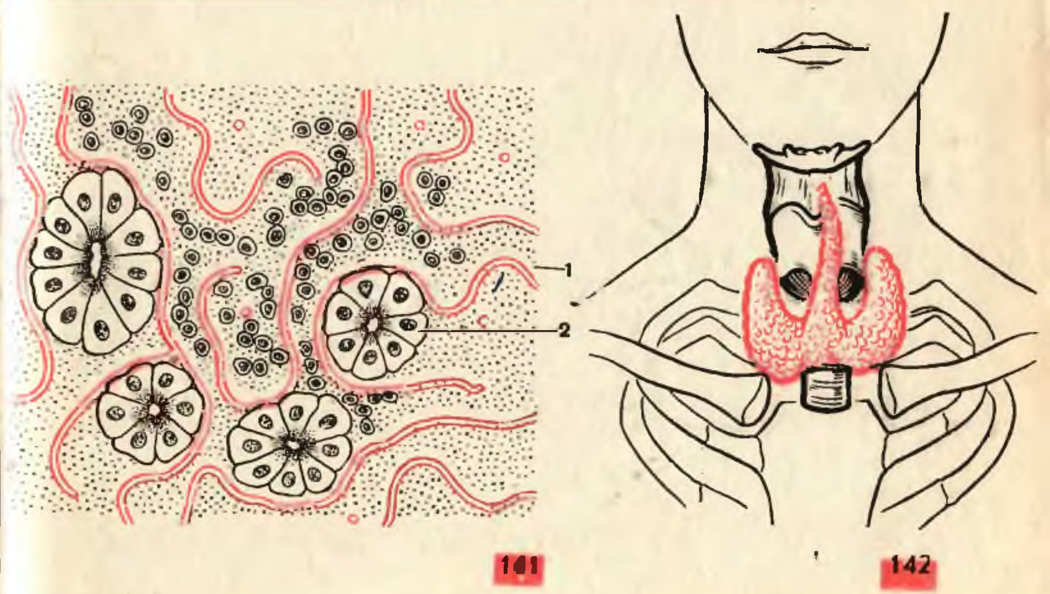


140

капиллярам *(1)*, пронизывающим островки. Благодаря одному из этих гормонов — *инсулину* — избыток глюкозы, находящейся в крови, превращается в животный крахмал *гликоген*. Он откладывается про запас в печени. Другой гормон поджелудочной железы оказывает противоположное действие на обмен углеводов. При недостатке глюкозы в крови он способствует превращению гликогена в виноградный сахар. В настоящее время выяснена химическая структура белка инсулина (см. рис. 12 на с. 15) и его удалось искусственно синтезировать.

Нарушение образования инсулина в поджелудочной железе вызывает болезнь диабет. При этом заболевании глюкоза, всасывающаяся из тонких кишок в кровь, не задерживается в печени в виде гликогена. Концентрация виноградного сахара в крови повышается, а избыток его непрерывно удаляется с мочой. Вот почему диабет иногда называют сахарной болезнью. До открытия инсулина диабет часто приводил больных к смерти. Теперь медицина нашла действенное средство помощи больным. В их организм регулярно вводят препарат инсулина. Это позволяет поддерживать нормальную жизнедеятельность организма больных. Но стоит прекратить лечение инсулином, как болезнь возобновляется.

Надпочечники. Крупные железы внутренней секреции — *надпочечники* — вырабатывают несколько гормонов. В наружном слое надпочечников образуются гормоны, имеющие чрезвычайно важное значение в регуляции процессов обмена веществ. Так, один из них способствует превращению белков



141

142

в углеводы, другой регулирует обмен некоторых солей в организме.

Во внутреннем слое надпочечников образуется *адреналин.* Наряду с уже известным вам действием этого гормона — усилением и учащением сердечных сокращений, сужением кровеносных сосудов — адреналин влияет и на другие функции организма. Увеличение его содержания в крови вызывает повышение кровяного давления, расширение зрачков. Кроме того, адреналин наряду с гормонами некоторых других желез внутренней секреции выполняет функцию, противоположную действию инсулина, — способствует превращению гликогена, находящегося в печени, в виноградный сахар. *Таким образом, адреналин совместно с инсулином играет важную роль в регуляции содержания глюкозы в крови.*

Адреналин нашел широкое применение в медицине. Так, при остановке сердца введение адреналина в кровь нередко восстанавливает деятельность этого органа.

■ *Гормоны. Железы внешней секреции. Железы внутренней секреции. Инсулин. Адреналин.*

? 1. Каковы различия между нервной и гуморальной регуляцией физиологических функций организма? 2. В чем различие между железами внешней и внутренней секреции? 3. Какие вы знаете железы, выполняющие одновременно внешнесекреторную и внутрисекреторную функции? 4. Как используются в медицине гормоны, о которых вы узнали?

! 1. Почему через некоторое время после введения в организм адреналина человек бледнеет? 2. Совместно с какой частью вегетативной нервной системы действует адреналин?

60. ЩИТОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА И ГИПОФИЗ

Щитовидная железа. Важную роль в регуляции обмена веществ играет *щитовидная железа* (рис. 142). Эта железа внутренней секреции расположена на передней стороне шеи. Она лежит поверх большого хряща, образующего переднюю стенку гортани, — щитовидного хряща. Отсюда и происходит ее название.

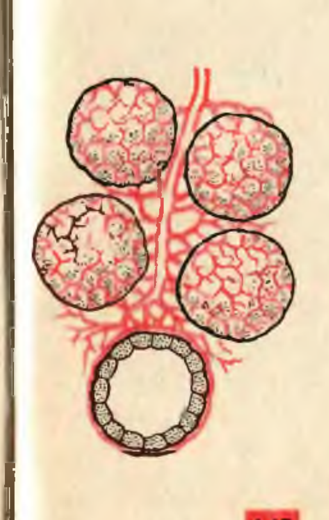
Под микроскопом видно, что щитовидная железа состоит из огромного количества небольших пузырьков, образованных эпителиальной тканью. Эти пузырьки оплетены капиллярами (рис. 143). Гормоны, которые образуются в эпителиальных клетках щитовидной железы, проникают в кровь, текущую по капиллярам.

В те времена, когда врачи еще не знали, какое значение имеет щитовидная железа, ее при некоторых болезнях пыта-

лись удалить хирургическим путем. Но такие операции приводили к тяжелым последствиям. У больных нарушался обмен веществ. Окислительные процессы в их тканях снижались, температура падала значительно ниже нормы, сердечные сокращения становились вялыми, а ритм их замедлялся; развивалась болезненная тучность, возбудимость нервной системы значительно уменьшалась.

Значение щитовидной железы удалось выяснить путем постановки опытов на животных. Когда у собак удаляли щитовидную железу, у них наблюдались такие же явления, как и у людей, подвергшихся этой операции. В результате исследований была установлена причина изменения обмена веществ у оперированных людей и животных. Оказалось, что после удаления щитовидной железы в крови исчезают образуемые этой железой гормоны. Если их регулярно вводят в организм собаки с удаленной щитовидной железой, то у животного постепенно исчезают болезненные явления. Когда было выяснено значение гормонов щитовидной железы, удалось найти пути лечения некоторых болезней, считавшихся ранее неизлечимыми.

У людей встречается тяжелое заболевание микседема. Ее признаки очень напоминают явления, возникающие в результате удаления щитовидной железы. Эта болезнь, как было установлено, вызывается недостаточностью функции щитовидной железы, уменьшением количества гормонов, вырабатываемых ею. Выяснив причины микседемы, медицина нашла и средство ее лечения. Больные по предписанию врачей



143



144

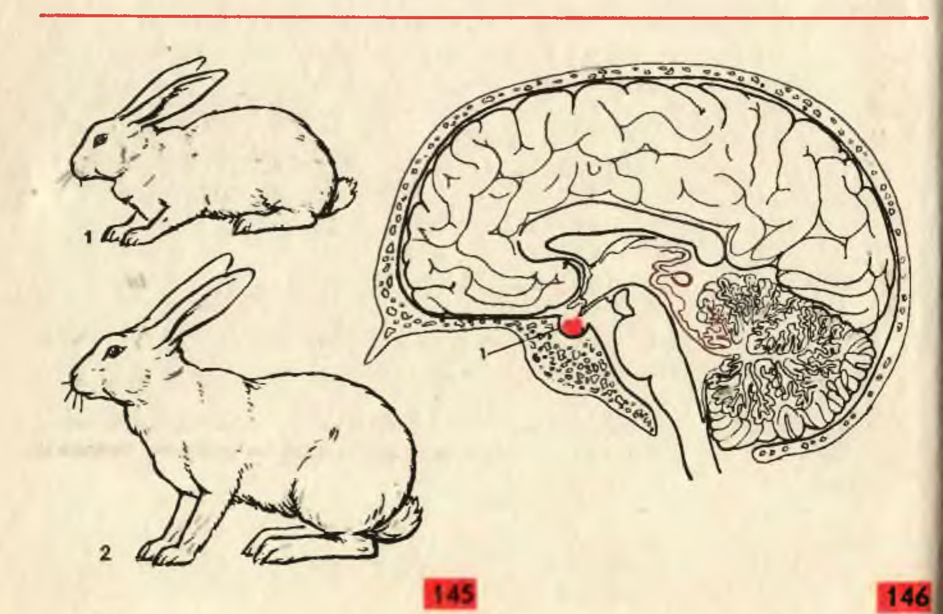
ежедневно принимают внутрь препараты гормонов, которые изготовляются из щитовидных желез животных. С течением времени у больных восстанавливается нормальный обмен веществ. Но такое лечение приходится проводить без перерыва в течение всей жизни. Если его прекратить, болезнь возобновится.

Другое заболевание — базедова болезнь — вызывается избыточной деятельностью щитовидной железы, которая начинает выделять в кровь слишком много гормонов. Каковы признаки этой болезни?

Частота и сила сердечных сокращений у больных значительно больше нормы, окислительные процессы в тканях протекают слишком быстро, температура тела повышена. Несмотря на непомерный аппетит, больные сильно худеют. Их нервная система находится всегда в состоянии повышенного возбуждения: они очень раздражительны, часто плачут. У больных базедовой болезнью щитовидная железа иногда сильно увеличивается. Нередко глаза у них неестественно выпучены (рис. [redacted]). Как лечат базедову болезнь?

Полное удаление щитовидной железы привело бы к тяжелому заболеванию. Поэтому такую операцию делать нельзя. Но медицина находит все новые лекарства, которые облегчают состояние больных. Иногда, при очень тяжелом состоянии больных, приходится все же удалять часть щитовидной железы.

Сравнение изменений, происходящих в организме при микседеме и базедовой болезни, показывает, что *гормоны щито-*



145

146

видной железы усиливают обмен веществ в организме и способствуют повышению процессов возбуждения в нервной системе. Эти гормоны влияют и на рост организма, что было доказано опытами. Когда у молодых животных удаляли щитовидную железу, их рост задерживался (рис. **145**, *1*). Дети, у которых функция этой железы недостаточна, также растут очень плохо.

Гипофиз. Нижний мозговой придаток — *гипофиз* — это железа внутренней секреции, расположенная под основанием головного мозга (рис. **146**, *1*). В гипофизе образуется несколько гормонов, оказывающих через посредство крови действие на различные функции организма. Мы остановимся на значении только одного из этих гормонов, который влияет на процессы роста. Бывают случаи, когда в гипофизе человека с самого детства вырабатывается недостаточное количество этого гормона. Тогда ребенок растет очень медленно. В зрелом возрасте такие люди не выше детей 5—6 лет. Их называют карликами.

Встречается заболевание гипофиза и другого рода, когда эта железа вырабатывает слишком много гормона роста. Если болезнь развилась в детском возрасте, то человек растет ненормально быстро и, став взрослым, достигает роста свыше 2 м. Таких людей называют великанами. Иногда повышенная функция гипофиза развивается у людей в зрелом возрасте. Под влиянием чрезмерного количества гормона роста у них происходит болезненное разрастание отдельных частей тела, например, уродливое утолщение рук, ног, непомерное увеличение носа, языка.

Есть в организме и другие железы внутренней секреции. Установлено, что гормоны вырабатываются и многими органами, которые в организме выполняют в основном иные функции. Таковы, например, желудок, двенадцатиперстная кишка, печень.

Нервная и гуморальная регуляция функций организма осуществляется совместно, обеспечивая согласованную деятельность органов и их систем.

■ *Микседема. Базедова болезнь. Карлики. Великаны.*

? 1. Каково действие гормонов щитовидной железы на организм? 2. С каким гормоном гипофиза вы знакомы?

! С какой целью к пище молодых сельскохозяйственных животных, выращиваемых на мясо, прибавляют порошок, приготовленный из сушеных гипофизов животных?

XIV. РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ОРГАНИЗМА

61. РАЗМНОЖЕНИЕ В ОРГАНИЧЕСКОМ МИРЕ

Размножение растений и животных. Изучая ботанику и зоологию, вы узнали, что размножение наряду с питанием, дыханием, раздражимостью, ростом и развитием свойственно всему живому. Непрерывность жизни на нашей планете обусловлена тем, что живые организмы производят себе подобных. Вы помните, что существуют два способа размножения — бесполое и половое. Но наиболее распространено как у растений, так и у животных половое размножение. Почему именно этот способ стал всеобщим в органическом мире? Чтобы понять это, вспомним основные черты полового размножения растений и животных.

У многоклеточных организмов развиваются половые клетки — мужские и женские. После слияния женской и мужской клеток — *оплодотворения* — образуется одна клетка. В результате ее деления постепенно формируется новый многоклеточный организм. Он наследует признаки как материнского, так и отцовского организма. Это дает видам, размножающимся половым способом, преимущество над видами, у которых наблюдается в основном бесполое размножение: в процессе естественного отбора сохраняются особи, унаследовавшие от обоих родителей признаки, полезные в данных условиях окружающей среды.

Эволюция полового размножения у позвоночных животных. На протяжении исторического развития органического мира происходила эволюция процесса полового размножения как у растений, так и у животных. В этом нетрудно убедиться на примере позвоночных животных.

У рыб и земноводных оплодотворение наружное: самки и самцы выделяют половые клетки в воду, где происходит оплодотворение и развитие зародышей. Но икринки в большинстве остаются неоплодотворенными и гибнут, икра нередко выбрасывается на сушу и высыхает. Многочисленные животные поедают не только оплодотворенную икру, но и мальков и головастиков. И лишь немногие развившиеся из икринок зародыши заканчивают свое развитие — становятся способными производить потомство.

Пресмыкающиеся ведут наземный образ жизни. В связи с этим изменилось и их размножение. Оплодотворение у них внутреннее. Самки пресмыкающихся откладывают оплодотворенные яйца, богатые питательными веществами и защищенные от высыхания плотной кожистой оболочкой. Внутри яиц в жидкой среде, содержащей много питательных веществ, зародыши проходят все развитие. Из яйца вылупляется уже вполне сформировавшееся животное. Но и у пресмыкающихся

много яиц поедается другими животными, много зародышей погибает от неблагоприятных условий окружающей среды.

У млекопитающих — наиболее высокоорганизованного класса позвоночных животных — наблюдается новый этап в эволюции размножения.

Внутри организма самок млекопитающих происходит не только оплодотворение, но и развитие зародышей. Они защищены от неблагоприятных условий окружающей среды, получают питательные вещества и кислород из крови матери, отдают туда продукты жизнедеятельности. Поэтому у млекопитающих зародыши имеют несравненно бóльшую возможность к сохранению, чем у других классов позвоночных.

Вскармливание детенышей материнским молоком позволяет большинству из них уцелеть в первый период жизни вне организма матери.

Человек унаследовал такое размножение от своих предков — млекопитающих животных.

Преемственность поколений людей. На протяжении всего существования человечества новые поколения приходят на смену уходящим из жизни. Они перенимают весь опыт, накопленный предшественниками, и умножают его. Из тысячелетия в тысячелетие, из века в век, из года в год развиваются наука, техника, культура, искусство. Все больше и больше подчиняет себе человек природу, познавая ее законы и используя их. Изменяются и совершенствуются формы жизни общества.

Окинем мысленным взглядом весь путь, который прошло человечество с тех далеких времен, когда наши предки ютились в пещерах, питались сырыми кореньями и мясом, кутались в звериные шкуры, до наших дней, когда гигантские достижения науки и техники служат народам, идущим к коммунизму. Неисчислимое количество поколений сменилось с тех пор, и каждое из них внесло свой вклад во все то, чего достигло человечество в наши дни и чего достигнет оно в будущем.

Смена поколений людей связана с размножением, которое свойственно всему живому.

Но в отличие от всех представителей животного мира люди обладают высокоразвитым сознанием. В человеческом обществе строится семья, основанная на взаимной любви, уважении, общности интересов, на воспитании детей, которым предстоит в дальнейшем продолжить дело предшествующих поколений.

■ *Половые клетки. Оплодотворение.*

? 1. Какие способы размножения наблюдаются в органическом мире? 2. В чем преимущество полового размножения над бесполым? 3. Как шла эволюция полового размножения у позвоночных животных?

! Чем можно объяснить, что среди семенных растений бо́льшая часть видов опыляется перекрестно?

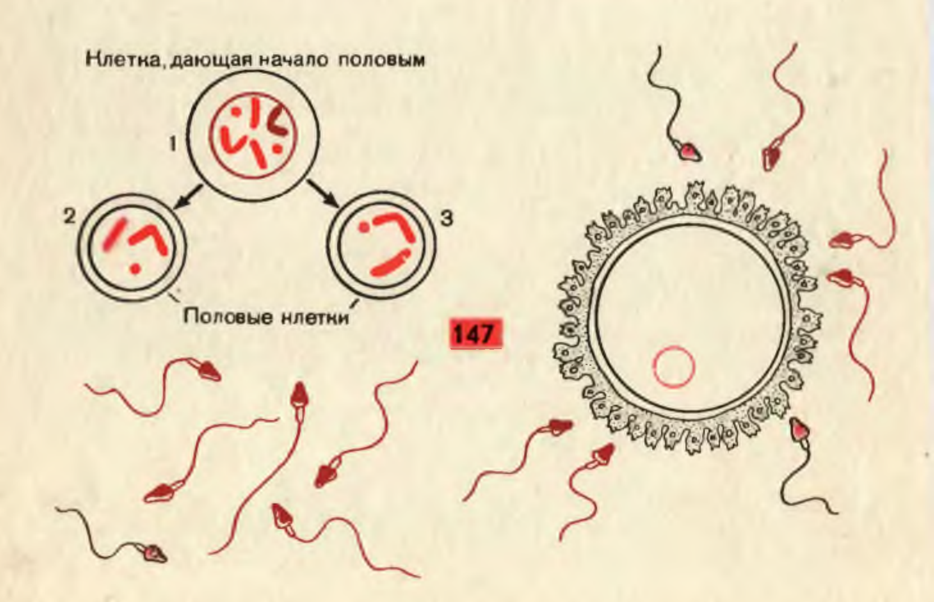
▲ Вспомните из курса зоологии, какое количество икры выметывает самка трески, и объясните, с чем это связано.

62. ПОЛОВЫЕ ЖЕЛЕЗЫ И ПОЛОВЫЕ КЛЕТКИ. ОПЛОДОТВОРЕНИЕ

Половые железы. Подобно всем высшим многоклеточным животным, организм человека развивается из одной клетки — оплодотворенного яйца, которое образуется в результате слияния двух клеток: мужской — *сперматозоида* и женской — *яйцевой клетки.* Половые клетки образуются в половых железах.

Мужские половые железы — это *семенники.* В них образуются сперматозоиды. Кроме того, семенники выполняют функцию желез внутренней секреции. Под действием гормонов, выделяемых семенниками в кровь, происходит формирование ряда признаков, характерных для мужского организма, — вторичных половых признаков. К их числу относятся волосяной покров на лице (борода и усы), крепкий скелет, сильно развитая мускулатура, низкий голос.

В женских половых железах — *яичниках* — происходит образование яйцевых клеток. Так же как семенники, яичники выполняют внутрисекреторную функцию.



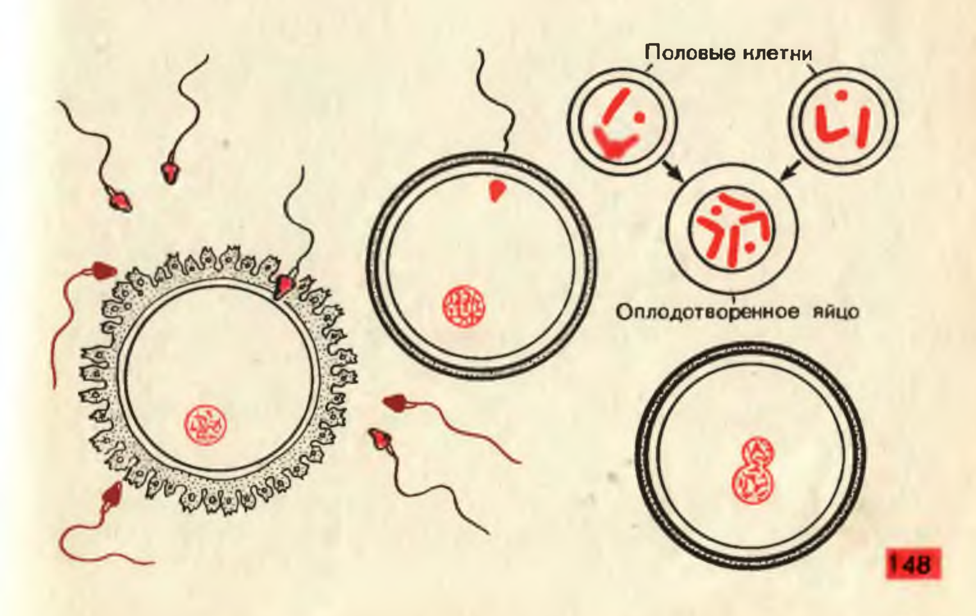
Образующиеся в яичниках гормоны влияют на формирование вторичных половых признаков, характерных для женского организма. Таковы отсутствие волосяного покрова на лице, более тонкие, чем у мужчин, кости, менее развитая мускулатура, значительные отложения жира под кожей, развитые молочные железы, высокий голос.

Половые железы в детстве не вполне развиты. Они постепенно развиваются и начинают вырабатывать гормоны с 12—15 лет. Внешне это проявляется в постепенном формировании вторичных половых признаков.

Созревание половых клеток. В семенниках и яичниках есть клетки, которые в результате деления дают начало сперматозоидам и яйцевым клеткам. Познакомимся с образованием половых клеток и их особенностями.

Процесс размножения клеток в организме связан с очень сложными изменениями, происходящими в клеточном ядре (см. рис. 11 на с. 12—13). В результате непрямого деления каждая из вновь образовавшихся клеток получает полный набор хромосом, в точности таких же, какие были в разделившейся клетке. С чем же связано такое точное распределение хромосом между клетками?

Основу хромосом составляют цепеобразные молекулы ДНК, которые состоят из следующих друг за другом участков — *генов.* Каждый такой участок несет информацию о структуре определенного белка. А от структуры белков организма зависят его наследственные — генетические свойства. Вот почему участки ДНК, несущие информацию о строении молекул того



или иного белка, получили название генов. С каждым геном связано развитие определенных наследственных признаков организма, например окраски радужной оболочки глаз, цвета кожи, волос и т. д

Каждому виду растений, животных, а также человеку свойственны строго определенная форма и количество хромосом в клетках независимо от того, какой ткани эти клетки принадлежат. Количество хромосом обычно четное. Так, у человека их 46. Каждая хромосома имеет свою пару — совершенно сходную с ней хромосому (см. рис. 10 на с. 12). У человека 23 пары хромосом. Хромосомы каждой пары несут гены, влияющие на развитие одних и тех же признаков организма (цвета волос, глаз и т. д.). Только в сперматозоидах и яйцевых клетках хромосом вдвое меньше, чем во всех других клетках организма. Чем же это объясняется?

Вы помните, что при непрямом делении каждая из двух образующихся клеток получает полный набор хромосом (см. с. 12—13). Но во время созревания половых клеток в семенниках и яичниках удалось проследить и деление другого типа.

Сущность такого деления заключается в том, что хромосомы каждой пары (рис. **147**, *1*) расходятся в две разные клетки *(2,3)*. В ядрах сперматозоидов и яйцевых клеток человека находится по 23 хромосомы.

Оплодотворение. Когда снабженные цитоплазматическими жгутиками сперматозоиды встречаются с неподвижной и гораздо более крупной яйцевой клеткой (рис. **148**), они окружают ее. Затем один из сперматозоидов внедряется в яйцевую клетку. Ядра обеих половых клеток сливаются в одно, и образуется оплодотворенное яйцо. Получив от сперматозоида и яйцевой клетки по 23 хромосомы, оно содержит 46 хромосом, т. е. полный их набор, характерный для клеток тела человека. Одна из хромосом каждой пары получена от отцовского, а другая — от материнского организма. Вот почему человек наследует признаки от обоих родителей.

Наследственные болезни. У некоторых людей, страдающих каким-либо заболеванием, в одной из хромосом один из генов может оказаться измененным. Тогда возможно болезненное нарушение той или иной функции организма. Некоторые половые клетки при созревании получают хромосому с измененным геном. Если такая клетка принимает участие в оплодотворении, то при определенных условиях из оплодотворенного яйца может развиться человек, страдающий той же болезнью.

К числу таких наследственных болезней относится, например, дальтонизм — неразличение цветов (обычно красного и зеленого). Болезнь эта не причиняет человеку особых неудобств. Но для людей некоторых профессий различение цветов имеет очень важное значение. Таковы шоферы, водители трамваев, тепловозов, электровозов, ориентирующиеся

по зеленым и красным световым сигналам. Не менее важно различение цветов и для художников. Вот почему, прежде чем допустить человека к обучению таким профессиям, его подвергают специальной проверке. Наследственной болезнью является и гемофилия, т. е. несвертываемость крови (см. с. 59). Понятно, что эта болезнь представляет непосредственную угрозу для жизни.

■ *Семенники. Яичники. Сперматозоиды. Яйцевые клетки. Гены.*

? 1. Как влияют на организм человека гормоны половых желез? 2. Какое вещество составляет основу хромосом? 3. От чего зависят наследственные признаки организма? 4. Чем отличаются половые клетки от всех других клеток организма? 5. Почему организм наследует признаки от обоих родителей? 6. Какие наследственные болезни вы знаете?

63. РАЗВИТИЕ ЗАРОДЫША ЧЕЛОВЕКА

Развитие зародыша. Оплодотворение яйцевой клетки происходит в одном из двух *яйцеводов*, имеющих вид труб. В яйцеводе начинается деление оплодотворенного яйца.

Крохотный зародыш, состоящий всего из 8—12 клеток, попадает в *матку* — толстостенный мешковидный мышечный орган. Здесь клетки зародыша продолжают делиться, и он внедряется в богатую кровеносными сосудами слизистую обо-

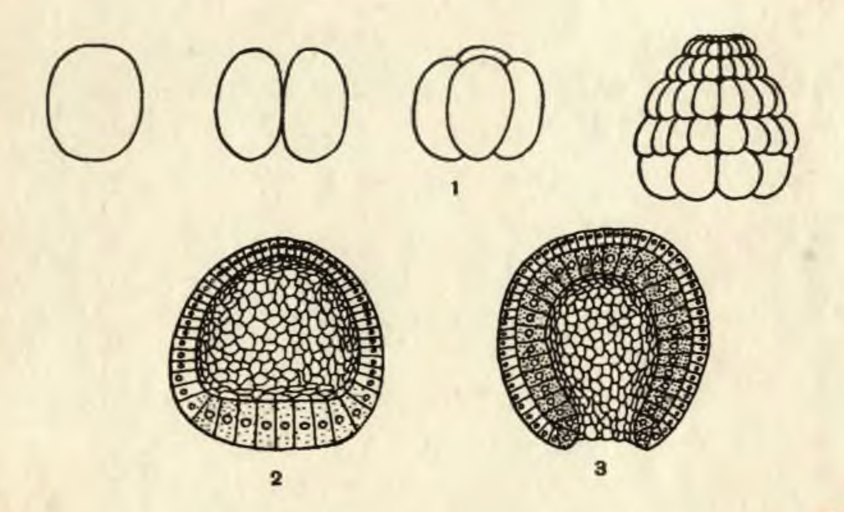


лочку, выстилающую матку изнутри. Между группами клеток возникают различия: начинают формироваться ткани и системы органов зародыша.

При развитии зародыша некоторые клетки образуют оболочки, одевающие его со всех сторон. Одна из оболочек имеет множество выростов — ворсинок, которые глубоко врастают в стенку матки. Из этой оболочки образуется особый орган зародыша — *плацента* (рис. **149**, *1*). Через нее зародыш получает из крови материнского организма питательные вещества, а также кислород и отдает в нее продукты распада и углекислый газ.

Тело зародыша (рис. **150**) соединено с плацентой *(1)* при помощи *пупочного канатика (2)*, внутри которого проходят кровеносные сосуды. По этим сосудам в плаценту поступает кровь зародыша. Капилляры плаценты соприкасаются с кровью материнского организма, обильно снабжающей матку. Сквозь однослойные стенки капилляров происходит диффузия питательных веществ и кислорода из крови матери в кровь зародыша. Таким же образом происходит отдача кровью зародыша продуктов жизнедеятельности в материнский организм. Стало быть, зародыш имеет самостоятельную кровеносную систему.

Девять месяцев длится формирование зародыша человека в организме матери. По истечении этого срока наступают роды. Сильные сокращения мышечных стенок матки выталкивают новорожденного. Пупочный канатик перевязывают и перерезают. Теперь новорожденный уже не связан с материнским

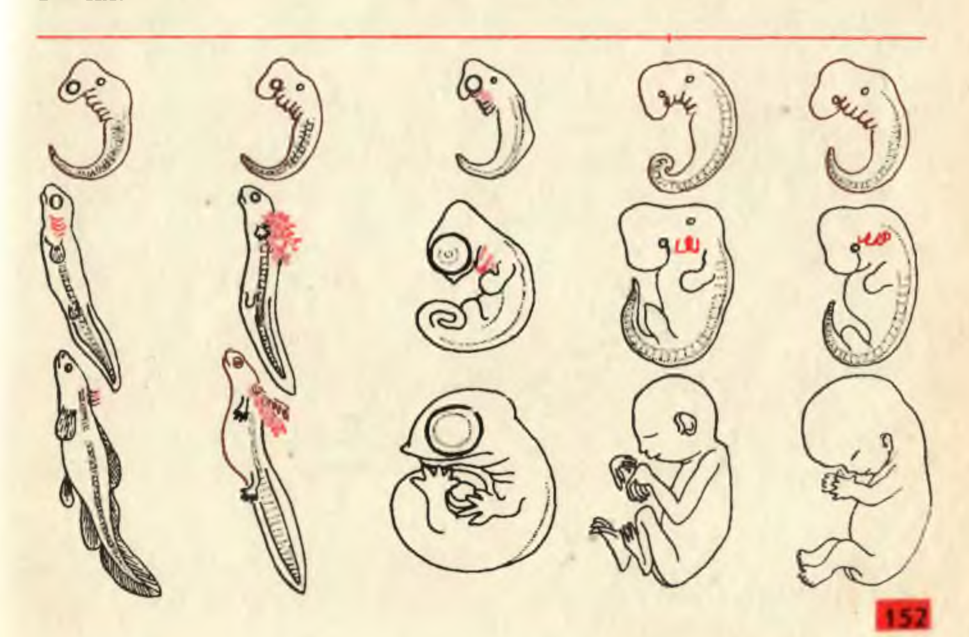


151

организмом через плаценту: обмен между кровью младенца и матери сразу прекращается. Вследствие этого в крови новорожденного быстро увеличивается концентрация углекислого газа. Омывая мозг, такая кровь вызывает возбуждение дыхательного центра, которое проводится к дыхательным мышцам и влечет за собой первый вдох. Так начинается самостоятельное дыхание новорожденного. Проходит некоторое время, и он начинает питаться — сосать материнское молоко.

Сходство зародышей человека и животных. Наблюдая развитие многоклеточных животных и человека из оплодотворенного яйца (рис. 151), ученые обнаружили, что на первых ступенях этого процесса зародыши имеют вид комочков *(1)*, а затем полых шариков *(2)*, состоящих из делящихся клеток. В ходе дальнейшего развития зародыш приобретает форму мешочка, образованного двумя слоями клеток *(3)*. На этой ступени завершается развитие кишечнополостных. Вы помните, что тело таких животных, например гидры, двухслойно. Но у животных более сложного строения развитие идет дальше: у зародыша образуется третий слой клеток. Затем из каждого слоя начинают формироваться определенные системы органов.

Особенно велико сходство между развивающимися зародышами позвоночных животных и человека. По рисунку 152 вы можете сравнить отдельные ступени формирования зародышей рыбы, лягушки, ящерицы, шимпанзе и человека. В каждом из горизонтальных рядов изображены зародыши этих организмов, находящихся на одной и той же стадии развития.



152

Рассматривая верхний ряд, нетрудно заметить, что у всех зародышей в этой стадии ясно заметны жаберные щели. В дальнейшем они сохраняются только у рыб, которые в последующем формировании все больше отличаются от зародышей других позвоночных. Для всех зародышей среднего ряда, за исключением рыб, характерны длинные хвосты, похожие на хвост пресмыкающегося. Но такой хвост исчезает у зародышей млекопитающих животных и человека, сохраняясь только у пресмыкающихся, например у ящерицы. На более поздней стадии, показанной в нижнем ряду, большое сходство сохраняется только между зародышами млекопитающих, особенно шимпанзе и человека.

На пятом месяце развития все тело человеческого зародыша покрывается мягкой шерсткой, которая вскоре исчезает.

Факты, с которыми вы только что познакомились, как бы рассказывают в очень краткой форме историю развития человека от его древнейших предков, которое длилось многие сотни миллионов лет. Были среди наших прародителей древние простейшие. Это доказывается тем, что каждый человек развивается из одной клетки — оплодотворенного яйца. Были среди них и некогда жившие кишечнополостные с двухслойным телом. Появление жаберных щелей у человеческого зародыша доказывает, что к числу наших предков принадлежали жившие в древнем океане рыбообразные существа.

Сильно развивающийся, а затем постепенно исчезающий у зародыша человека длинный хвост свидетельствует о том, что в числе наших предков были пресмыкающиеся, а мягкая шерстка зародыша — это убедительное доказательство нашего происхождения от млекопитающих, которые были покрыты шерстью.

Внимательное изучение зародышевого развития человека наряду с многими другими накопленными наукой фактами неопровержимо доказывает, что человек произошел от некогда живших животных. Подлинно научные знания разоблачают несостоятельность религиозных представлений о создании человека богом.

■ *Матка, яйцеводы. Плацента. Пупочный канатик.*

? 1. В чем сходство развивающихся зародышей животных и человека? 2. О чем свидетельствует сходство в зародышевом развитии животных и человека?

! 1. Попадает ли кровь из материнского организма в кровеносные сосуды зародыша и оттекает ли кровь зародыша в кровяное русло матери? 2. Приведите факты из изученных вами ранее тем, доказывающие родство человека с животными.

64. ПОСЛЕЗАРОДЫШЕВОЕ РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕКА

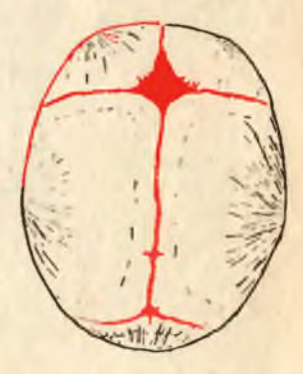
Грудной период. Формирование человеческого организма продолжается после рождения и заканчивается только к 22—25 годам. Особенно быстро идет этот процесс в первый год жизни ребенка — в грудном периоде.

Новорожденный совершенно беспомощен. Бо́льшую часть суток он спит, пробуждаясь в основном лишь ко времени кормления. У него проявляются только безусловные рефлексы, среди которых большую роль играют пищевые (сосательный, слюноотделительный).

В первые месяцы жизни ребенок питается материнским молоком. С самого начала очень важно установить определенные часы кормления ребенка. Тогда у него постепенно образуются условные рефлексы на время приема пищи. К этому времени он просыпается, у него начинается условнорефлекторное отделение пищеварительных соков, что способствует хорошему перевариванию пищи. Если грудного ребенка кормят в различные часы, такие рефлексы не образуются. Он становится беспокойным, часто просыпается. Неравномерные промежутки между кормлениями приводят к расстройствам пищеварения, что может вызвать серьезные желудочно-кишечные заболевания.

В возрасте двух месяцев ребенку по назначению врача начинают давать морковный, а также некоторые фруктовые соки, содержащие много витаминов, необходимых быстро растущему организму. Затем ребенка начинают прикармливать





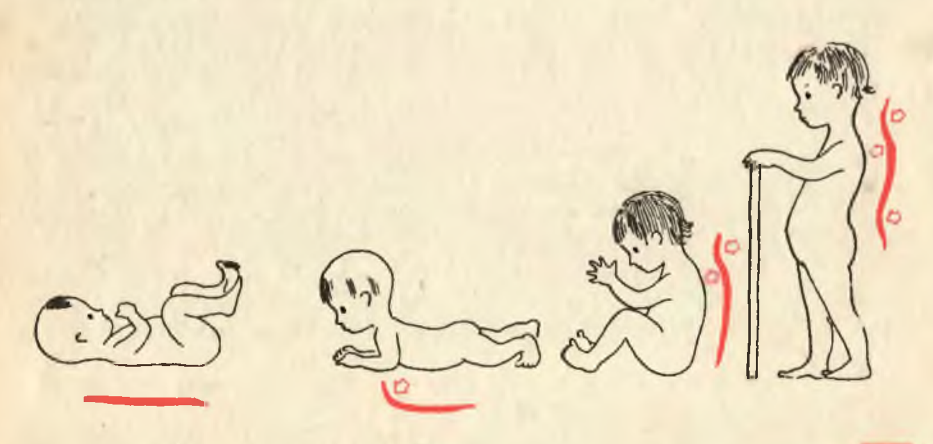
153

легко переваривающейся пищей: жидкой манной кашей, киселями, кефиром. К концу первого года жизни ребенок переходит в основном на общий стол.

Большие изменения происходят на протяжении первого года жизни ребенка в его опорно-двигательной системе. У новорожденного значительная часть скелета еще состоит из хрящевой ткани, которая заменяется костной на протяжении многих лет. Кости черепной крыши младенца еще не сформированы. Между ними находятся роднички (рис. **153**). В этих местах головной мозг ребенка защищен лишь мягкой соединительной тканью. Вот почему необходимо особенно тщательно оберегать от ушибов и толчков головку грудного ребенка.

Скелет ребенка развивается вместе с мышечной системой. У новорожденных еще нет типичных для человека изгибов позвоночника. В возрасте 8—10 недель у ребенка укрепляются шейные мышцы, и он самостоятельно держит головку (рис. **154**). Тогда у него формируется шейный изгиб позвоночника. У пятимесячного ребенка настолько развиваются мышцы туловища, что он может самостоятельно садиться. При этом образуется грудной изгиб. К концу первого года жизни ребенок становится на ножки. В это время начинает формироваться поясничный изгиб. Очень рано у детей появляются хватательные движения, а четырехмесячный ребенок уже играет с погремушками.

Во второй половине грудного возраста у детей быстро развивается высшая нервная деятельность. К концу этого периода ребенок произносит первые слова.



154

В грудном возрасте детский организм очень восприимчив к различным воздействиям внешней среды, инфекционным заболеваниям. Поэтому грудных детей надо тщательно оберегать от всевозможных вредных факторов, содержать в чистоте, не переохлаждать и не перегревать.

С момента рождения до годовалого возраста рост ребенка увеличивается примерно в полтора раза, а масса — втрое.

Ясельный период. В возрасте одного — трех лет дети передвигаются самостоятельно, питаются той же пищей, что и взрослые. Речь у них быстро развивается, а с нею — и мышление. Теперь ребенок уже не так нуждается в постоянном присутствии матери, но непрерывный надзор и уход за ним необходимы. В нашей стране матери детей такого возраста могут не оставлять работы. В яслях каждый ребенок получает нужный уход. Специально подготовленный персонал обеспечивает своим питомцам все условия, необходимые для физического и умственного развития.

Дошкольный период. Дети дошкольного возраста (от трех до семи лет) накапливают многие сведения об окружающем мире. Они все более тонко различают предметы и их свойства. Развивается у детей этого возраста и фантазия. Если воспитатели ее умело направляют, то она впоследствии перерастает в творческое отношение к труду.

В познании окружающего мира и в развитии фантазии большое значение имеет игра. Она способствует не только умственному, но и физическому развитию ребенка. В детских садах воспитатели направляют деятельность дошкольников, обогащают их опыт, привлекают к подвижным играм, развивающим и оздоровляющим детский организм. Прогулки на свежем воздухе способствуют закаливанию детей.

В дошкольном периоде движения ребенка становятся все более согласованными, быстро развиваются речь и мышление.

Школьный период. Промежуток времени от семилетнего до семнадцатилетнего возраста — это решающий период для физического, умственного и нравственного развития человека. Поступление в школу влечет за собой важный перелом в жизни ребенка. Младшие школьники постепенно овладевают письменной речью. Это способствует развитию их мышления. С каждым годом они узнают все больше об окружающем мире. В связи с обучением письму, труду, физкультуре движения младших школьников становятся все более согласованными и точными. Большое воспитывающее и оздоровляющее значение для детей имеет коллективный труд — учебный и общественно полезный. Ученики, изучая основы наук, все глубже усваивают опыт, накопленный многими поколениями людей. Именно в школьные годы особенно быстро идет умственное развитие человека.

Большое значение имеет трудовое воспитание. Техническое моделирование, работа на школьном участке, занятия в раз-

личных кружках — все это развивает творческие способности школьников, приучает их к сознательному самостоятельному труду.

Школьное обучение сочетается с физическим воспитанием учащихся на уроках физкультуры, а также во время туристских походов и соревнований по различным видам спорта. Наряду с этим школьники включаются в различные виды общественно полезного труда, выполняют общественные поручения. Все это способствует гармоническому физическому, умственному и нравственному развитию воспитанников школы.

У школьников в возрасте 13—15 лет происходит глубокая перестройка организма, связанная с началом внутрисекреторной функции половых желез. У мальчиков в это время ломается голос. Девочки становятся женственными. Их голос приобретает грудной тембр. В этот период особое значение приобретают трудовое обучение, физкультура, спорт.

Изучая предыдущие темы, вы узнали, какое влияние оказывают физкультура и спорт на организм человека. В нашей стране созданы все условия для правильного физического развития детей школьного возраста. Школьная система физического воспитания, работа внешкольных детских и юношеских спортивных секций, детские спортивные площадки, стадионы, плавательные бассейны — все это способствует физическому развитию здорового, сильного, выносливого, целеустремленного поколения будущих строителей коммунизма.

■ *Грудной период. Ясельный период. Дошкольный период. Школьный период.*

? 1. Как развивается у грудных детей опорно-двигательная система? 2. Как развиваются дети в ясельном и дошкольном периодах? 3. Каковы особенности развития младших школьников? 4. Какое значение имеет трудовое воспитание школьников? 5. Какое значение имеет физическое воспитание школьников? 6. Какие условия, обеспечивающие воспитание здорового подрастающего поколения, созданы в нашей стране?

! В течение первого года жизни ребенка большие пальцы на его ножках очень подвижны, и иногда он даже хватает ими предметы. С течением времени подвижность большого пальца на ногах уменьшается, и он теряет способность значительно изменять положение по отношению к остальным пальцам стопы. О чем свидетельствуют эти факты?

▲ 1. Подведите итоги самонаблюдений за влиянием физических упражнений на различные функции организма. Представьте результаты этих наблюдений в виде таблиц, графиков или диаграмм. 2. Вспомните из предыдущих тем, как влияют физическая работа, физкультура и спорт на организм человека.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Когда вы изучали физиологию человека, перед вами постепенно раскрывалась сложная картина разнообразных жизненных процессов, совершающихся в нашем организме. Вы познакомились не только со строением и функциями своего тела, но и узнали о том, как укреплять и закалять его, как уберечь себя и окружающих от наиболее распространенных заболеваний, как оказывать первую помощь при несчастных случаях.

Но наряду с этим изученные вами разделы физиологии имеют и общебиологическое значение.

Современные методы научного исследования позволили широко раздвинуть границы наблюдений за жизненными явлениями, протекающими в организме. Одна из отраслей химии — микрохимия — дала возможность выяснить, например, как образуются в клетках молекулы различных белков. В настоящее время известно и то, каким образом в клеточных ядрах строятся молекулы нуклеиновых кислот и белков.

Все биологические исследования, связанные с изучением подобных процессов, ведутся на *молекулярном уровне.*

Электронная микроскопия открывает все новые и новые, бывшие ранее неизвестными детали строения клетки. Изучение этих тончайших структур дает возможность глубже проникать в удивительные процессы, постоянно совершающиеся в каждой клетке нашего организма. Это позволило изучать живой организм на *клеточном уровне.*

Но в теле любого растения, животного, человека разнообразнейшие процессы, совершающиеся в разных клетках, тканях, органах, взаимосвязаны. Они чрезвычайно точно согласованы как между собой, так и с различными воздействиями на организм из окружающей среды. Таким образом, любой организм представляет собой единое целое. Поэтому изучение биологии на *уровне целостного организма* имеет очень важное значение.

Знакомясь с различными темами курса анатомии, физиологии и гигиены человека, вы неоднократно убеждались, что в организме постоянно происходит уравновешивание многообразных процессов, протекающих в нем, путем *саморегуляции.*

Так, после значительных потерь крови ускоряется образование эритроцитов в костном мозге. Накопление углекислого газа в крови вызывает учащение и углубление дыхательных движений. Стоит понизиться содержанию глюкозы в крови, как повышается функция выделения надпочечниками адреналина. Одновременно усиливается деятельность некоторых других желез внутренней секреции, гормоны которых наряду с адреналином способствуют превращению гликогена в глюкозу.

Такое уравновешивание происходит не только в целостном организме, но и в каждой его клетке. Изучение саморегуляции внутриклеточных процессов представляет собой одну из важных проблем современной биологии.

Еще большее значение имеет приспособление организма к условиям окружающей среды и ее изменениям. Во время изучения курса анатомии, физиологии и гигиены человека вы познакомились с различными проявлениями этой стороны деятельности организма.

Таково, например, расширение кровеносных сосудов и усиление деятельности потовых желез при повышении температуры в окружающей среде, сужение зрачка на свету и расширение его в темноте, рефлекторное отстранение от раздражителей, вызывающих боль, и т. д. Образование условных рефлексов и их торможение обусловливают постоянное приспособление организма к изменяющимся условиям среды.

Рассмотренные нами реакции целостного организма обусловлены нервными и гуморальными механизмами. Целесообразность таких реакций животных и человека является результатом естественного отбора. С этим процессом, длившимся сотни миллионов лет, вы познакомились, изучая зоологию. Успехи современной науки дали возможность объяснить естественными причинами и сложность организации всего живого, и приспособленность организмов к условиям окружающей среды, и поразительную целесообразность поведения животных, и, наконец, способность человека к разумной деятельности.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

I. КЛЕТКИ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ ПОЛОСТИ РТА (к с. 11)

Для работы нужны: микроскоп, предметное и покровное стекла, препаровальная игла, скальпель, пипетка, 0,9-процентный раствор NaCl (физиологический раствор), подкрашенный метиленовой синью или чернилами, спирт, вата.

Порядок работы

1. Тщательно протрите ватой предметное и покровное стекла.
2. При помощи пипетки нанесите на предметное стекло капельку подкрашенного физиологического раствора.
3. Протерев ручку скальпеля спиртом, проведите ею (не лезвием!) несколько раз по внутренней поверхности щеки или нижней губы. Вы снимете немного слизи вместе со слущившимися клетками слизистой оболочки полости рта.
4. Перенесите эту слизь в каплю на предметном стекле при помощи препаровальной иглы, осторожно смешайте слизь с подкрашенным раствором и накройте препарат покровным стеклом.
5. Поместите препарат под микроскоп и рассмотрите его. Найдите слегка окрасившиеся клетки (рис. 155). Рассмотрите в них бледно окрашенную цитоплазму и более темное ядро.
6. Зарисуйте рассмотренные вами клетки в тетради и сделайте надписи.

II. ЭПИТЕЛИАЛЬНЫЕ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ (к с. 17–18)

Для работы нужны: кусочек кожицы лягушки в бюксе с водой, готовый окрашенный микропрепарат рыхлой соединительной ткани, микроскоп, предметное и покровное стекла, пипетка, пинцет, ножницы, две препаровальные иглы, физиологический раствор для холоднокровных животных (0,65-процентный раствор NaCl), подкрашенный цветными чернилами или метиленовой синью.

Порядок работы

1. Найдите в бюксе беловатую пленку — кусочек слущившейся эпителиальной ткани кожицы лягушки.
2. При помощи пипетки перенесите эту частичку вместе с капелькой воды на предметное стекло, расправьте двумя препаровальными иглами, нанесите каплю подкрашенного физиологического раствора и накройте препарат покровным стеклом.

3. Рассмотрите приготовленный препарат под микроскопом. Обратите внимание на то, что клетки эпителиальной ткани плотно прилегают друг к другу (рис. [redacted])
4. Поместите на предметный столик микроскопа готовый окрашенный препарат рыхлой соединительной ткани и рассмотрите его. Обратите внимание на то, что клетки этой ткани расположены редко; в основном она состоит из волокон межклеточного вещества (см. рис. 14, *5* на с. 17). Сделайте вывод из наблюдений. В чем сходство и различие эпителиальных и соединительных тканей?

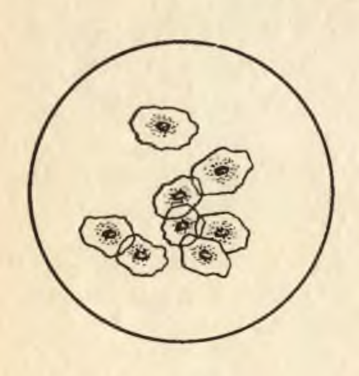
III. СОСТАВ КОСТИ (к с. 34—35)

Для работы нужны: натуральная, декальцинированная и пережженная кости, препаровальная ванночка или поднос.

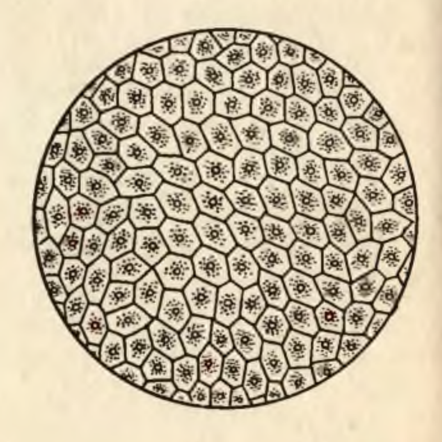
Порядок работы

1. Попробуйте согнуть, а затем растянуть натуральную кость животного. Согнулась ли она? Смогли ли вы ее растянуть?
2. Что происходит при попытке согнуть пережженную кость? Каким свойством обладает пережженная кость?
3. Сгибается ли кость, находившаяся в соляной кислоте? Можно ли ее растянуть? Какими свойствами обладает эта кость?

Сделайте вывод из опыта. Чем объясняется различие в свойствах между выдержанной в кислоте и прокаленной костью?



155



156

IV. КРОВЬ ЧЕЛОВЕКА (к с. 53—54)

Для работы нужны: отстоявшаяся кровь в пробирке, готовый окрашенный микропрепарат крови, микроскоп, предметное и покровное стекла, пипетка, вата.

Порядок работы

1. Рассмотрите кровь человека под микроскопом (свежий мазок и окрашенный препарат). Сделайте зарисовку и надписи.
2. Рассмотрите отстоявшуюся в пробирке кровь (цвет. табл. I, *6*). Какие два слоя в ней ясно различимы? Сообразите, чем образованы эти слои.
3. Найдите третий слой — тонкую сероватую пленку — на границе между двумя толстыми слоями отстоявшейся крови. Чем она образована?
4. Зарисуйте пробирку с отстоявшейся кровью. Обозначьте надписями все три ее слоя.
5. Закройте ватным тампоном пробирку с кровью: она вам понадобится для следующей лабораторной работы.
   Что вы узнали о крови после проделанных наблюдений?

V. ЗНАЧЕНИЕ ПОСТОЯНСТВА СОСТАВА КРОВИ (к с. 54—56)

Для работы нужны: несвертывающаяся кровь, штатив с двумя пробирками, физиологический раствор для теплокровных (0,9-процентный раствор NaCl), кипяченая вода.

Порядок работы

1. Налейте в две пробирки по 3 мл крови.
2. Добавьте в первую пробирку дистиллированной или кипяченой воды (примерно вдвое больше, чем крови).
3. Во вторую пробирку вместо воды добавьте столько же 0,9-процентного раствора поваренной соли.
4. Рассмотрите содержимое обеих пробирок на свет. В чем различие между жидкостями в первой и второй пробирках? Объясните результат опыта.

VI. СВОЙСТВА ГЕМОГЛОБИНА (к с. 59—60)

Для работы нужны: несвертывающаяся кровь, штатив с двумя пробирками.

Порядок работы

1. Осторожно разлейте поровну в две пробирки небольшое количество несвертывающейся крови.
2. Одну из пробирок поставьте в штатив, а содержимое второй энергично взболтайте в течение 1—2 мин.

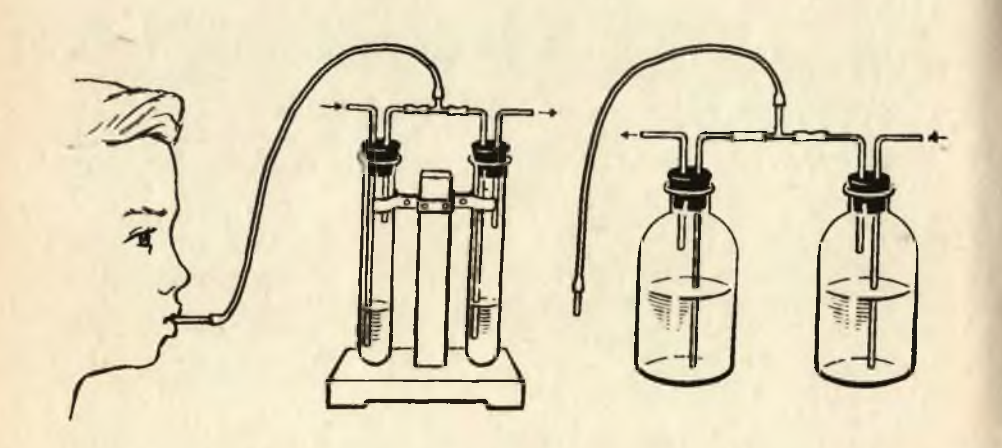
3. Поместите вторую пробирку в штатив рядом с первой и сравните по цвету кровь, налитую в них.
Почему возникло различие в окраске? Какая кровь находится в первой пробирке и какая — во второй?

VII. СОСТАВ ВДЫХАЕМОГО И ВЫДЫХАЕМОГО ВОЗДУХА (к с. 96—97)

Для работы нужны: прибор «дыхательные клапаны» (рис. 157 и 158), свежеприготовленная известковая вода, стакан с крепким раствором перманганата калия.

Порядок работы

1. Рассмотрите прибор «дыхательные клапаны». В обе банки (рис. 158) или высокие пробирки (рис. 157) налита известковая вода. Посмотрите, прозрачна ли она.
2. Тщательно промойте мундштук прибора в растворе перманганата калия.
3. Выдохните воздух, затем возьмите в рот мундштук прибора и медленно, чтобы не расплескать жидкость, втяните через него воздух в легкие. Через какую из двух банок (пробирок) он проходит из окружающей среды?
4. Вдохните и так же медленно выдохните воздух в мундштук. Через какую банку (пробирку) выходит выдыхаемый воздух?
5. Сделайте подряд несколько вдохов и выдохов через мундштук. В какой из двух банок (пробирок) известковая вода помутнела заметнее? Сделайте вывод из опыта.



157 158

VIII. СВОЙСТВА УГЛЕВОДОВ, ЖИРОВ И БЕЛКОВ (к с. 112—114)

Для работы нужны: штатив с двенадцатью пробирками, спиртовка, держатель для пробирок, 4 бумажных фильтра, 4 стеклянные воронки, скальпель, кристаллизатор или простоквашница, порошок глюкозы, вода, картофельная мука, крахмальный клейстер, растительное масло, гидрокарбонат натрия в порошке, белок куриного яйца, водный раствор иода, 10-процентный раствор $NaOH$, 0,1-процентный раствор $CuSO_4$.

Порядок работы

1. Рассмотрите порошок виноградного сахара — глюкозы. Какой вид имеет это вещество? Каково оно на вкус? К какой группе органических соединений оно принадлежит?
2. Всыпьте щепотку глюкозы в пробирку с водой. Растворится ли порошок?
3. Рассмотрите порошок крахмала. Какой вид имеет это вещество? Каково оно на вкус? К какой группе органических соединений оно принадлежит?
4. Проверьте, растворим ли в воде порошок крахмала.
5. Рассмотрите на свет жидкий крахмальный клейстер в пробирке. Какой вид он имеет? Каков на ощупь?
6. Прилейте в пробирку с водой 2—3 капли растительного масла. К какой группе органических соединений оно принадлежит? Растворяется ли масло в воде?
7. Наберите на кончик скальпеля немного порошка гидрокарбоната натрия и всыпьте его в пробирку с водой и маслом. После перемешивания жидкости посмотрите, какой вид она приобрела.
8. Прилейте в пробирку с водой белок куриного яйца и тщательно размешайте. Посмотрите жидкость на свет. Прозрачна ли она?
9. Налейте в 4 воронки с фильтрами по отдельности раствор глюкозы, крахмальный клейстер, растительное масло и белок куриного яйца. Какие из этих жидкостей проходят через фильтр? Какие из этих веществ растворимы в воде и какие нерастворимы?
10. Вспомните, как определяют крахмал. В пробирку с клейстером добавьте 2—3 капли слабого раствора иода. Как изменился цвет содержимого пробирки?
11. Научитесь определять присутствие виноградного сахара в растворе. Для этого в пробирку с 2—3 мл глюкозы добавьте 1—1,5 мл 10-процентного раствора $NaOH$. Затем приливайте по каплям 0,1-процентный раствор $CuSO_4$, пока жидкость в пробирке не приобретет синей окраски. Вскипятите содержимое пробирки. Как оно изменилось? Как определяют наличие глюкозы в растворе?

IX. ДЕЙСТВИЕ СЛЮНЫ НА КРАХМАЛ (к с. 120)

Для работы нужны: штатив с четырьмя пробирками, высокий стакан, пипетки, термометр, жидкий крахмальный клейстер, пробирка со слюной, разведенной в воде (1:1), слабый раствор иода в воде, 10-процентный раствор $NaOH$, 0,1-процентный раствор $CuSO_4$, спиртовка, горячая и холодная вода.

Порядок работы

1. Возьмите 4 пробирки. В первую из них налейте 3 мл очень жидкого крахмального клейстера, во вторую — столько же разбавленной водой слюны, в третью — клейстер с добавлением чистой воды, в четвертую — клейстер с добавлением слюны. На пробирки наденьте бумажные ярлычки, на которых написано, что находится в каждой из них.
2. Исследуйте содержимое первой и второй пробирок: выясните, содержится ли в слюне и в крахмале глюкоза (см. лабораторную работу VIII).
3. Прилейте при помощи пипетки к содержимому третьей и четвертой пробирок по 2—3 капли слабого раствора иода. Как изменился цвет находящейся в них жидкости? Почему?
4. Смешайте в высоком стакане горячую и холодную воду до температуры +37... +39° С и поставьте туда третью и четвертую пробирки. По мере остывания воды доливайте в стакан горячую воду, чтобы температура в нем не падала ниже +37° С.
5. Через 10—15 мин выньте из стакана обе пробирки. Различается ли теперь их содержимое по окраске? Подумайте, почему произошло замеченное вами изменение.
6. Проверьте, содержится ли глюкоза в третьей и четвертой пробирках.

   Запишите в тетради, как изменяется крахмал под действием слюны.

X. СТРОЕНИЕ ПОЧКИ (к с. 148—149)

Для работы нужны: свиная или баранья почка, разрезанная вдоль, лупа, препаровальная ванночка, кусок проволоки с петлей на конце, пинцет.

Порядок работы

Во время работы пользуйтесь цветной таблицей VII.

1. Найдите место, откуда выходит из почки мочеточник *(2)*, почечная артерия *(4)* и почечная вена *(5)*. Как вы отличили вену от артерии?
2. Вдвиньте в отрезок мочеточника проволоку с петлей на конце. Полость внутри почки, куда выйдет проволочная петля из мочеточника, называется почечной лоханкой *(11)*.

3. Рассмотрите два различающихся по окраске слоя почки — наружный *(6)* и внутренний *(7)*.
4. С помощью лупы рассмотрите наружный слой почки и найдите в нем темные точки. Это капиллярные клубочки.
5. Во внутреннем слое почки найдите пирамиды *(9)*, верхушки которых вдаются в почечные лоханки *(11)* сосочками *(10)*.
6. Пользуясь лупой, рассмотрите в пирамидах полоски, которые тянутся от наружного слоя к сосочкам. Это тоненькие трубочки, по которым моча стекает в почечные лоханки через маленькие отверстия на конце сосочков.

   Сделайте вывод о связи строения почки с выполняемой ею функцией.

СОДЕРЖАНИЕ

ИБ № 3376

Анна Моисеевна Цузмер
Оксана Леонтьевна Петришина

ЧЕЛОВЕК
АНАТОМИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ И ГИГИЕНА

Редактор
В. И. Сучинская

Рисунки художников
Н. Н. Рожнова,
В. И. Преображенской,
П. А. Жиличкина

Оформление художника
В. Г. Прохорова

Рисунок на переплете художника
С. Ф. Лухина

Художественные редакторы
В. И. Рывчин, В. Г. Ежков

Технический редактор
В. Ф. Коскина

Корректоры
К. А. Иванова, З. И. Почаева

Подписано к печати с диапозитивов 05.06.78. 60×90¹/16 Бумага офсетная № 2. Гарн. таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 16,0+вкл. 1,0. Уч.-изд. л. 15,94+вкл. 0,95. Тираж 1 700 000 экз. Заказ № 65. Цена 45 коп.
Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Просвещение» Государственного комитета Совета Министров РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Москва. 3-й проезд Марьиной рощи, 41.
Текст набран на фотонаборных машинах.
Отпечатано с диапозитивов Ярославского полиграфкомбината Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли на Смоленском полиграфкомбинате Росглавполиграфпрома Государственного комитета Совета Министров РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Смоленск-20, м/р Поповка.

СВЕДЕНИЯ О ПОЛЬЗОВАНИИ УЧЕБНИКОМ

№ п/п	Фамилия и имя ученика	Учебный год	Состояние учебника	
			в начале года	в конце года
1				
2				
3				
4				
5				

I

Неокрашенный препарат крови

2

1

Окрашенный препарат крови

2

1

2 3

2

1

Стадия отстаивания

4 5 6

II

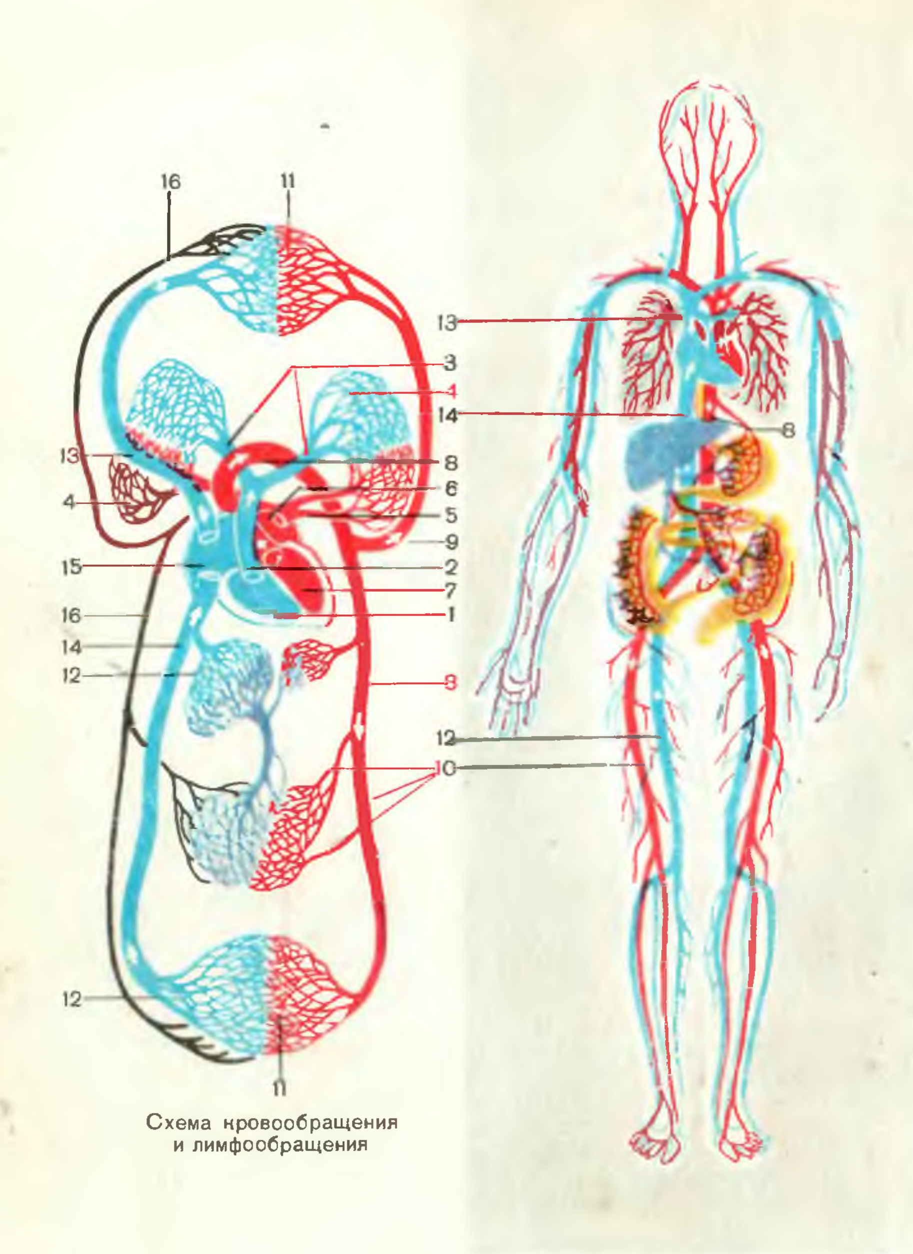
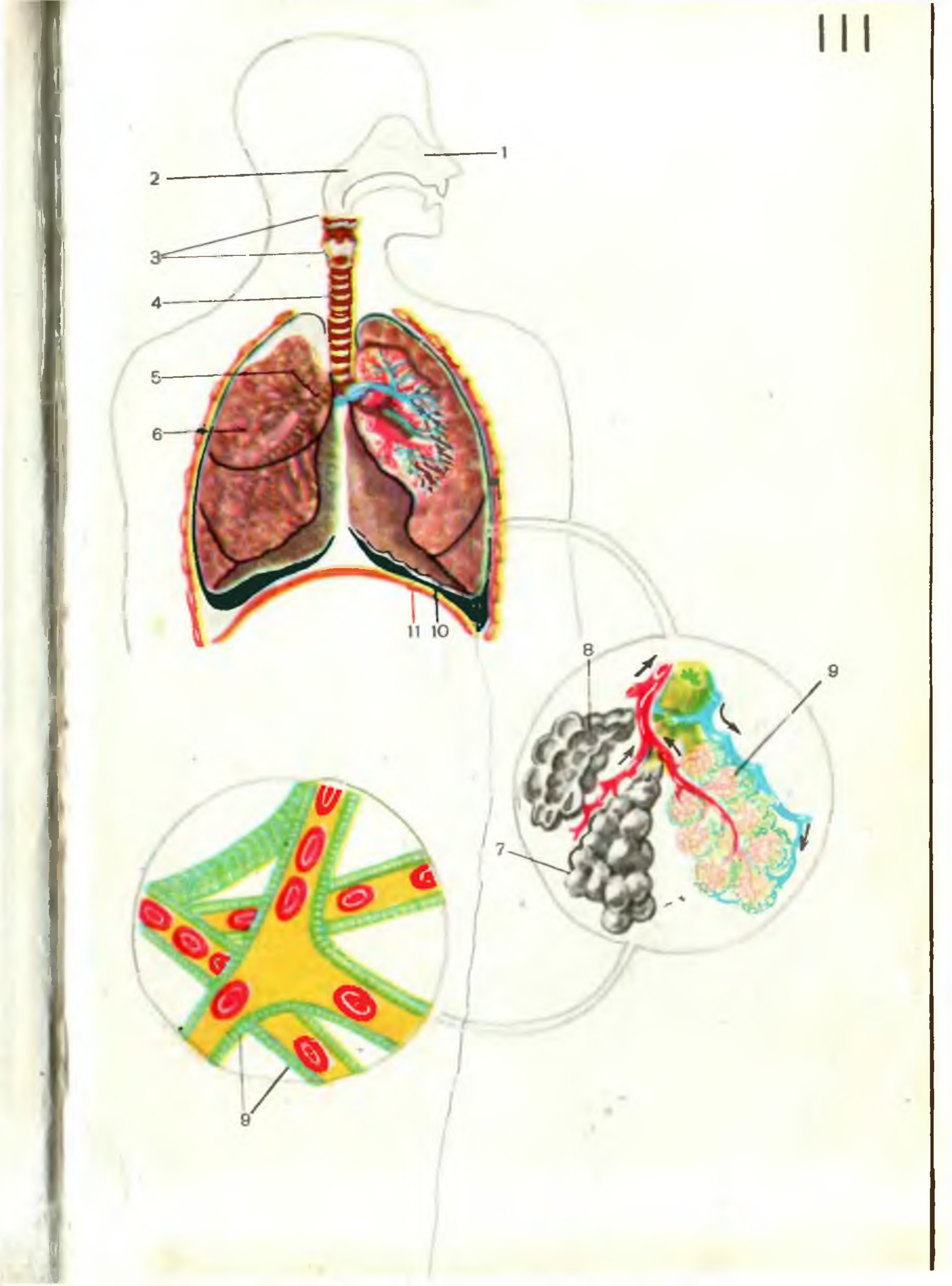
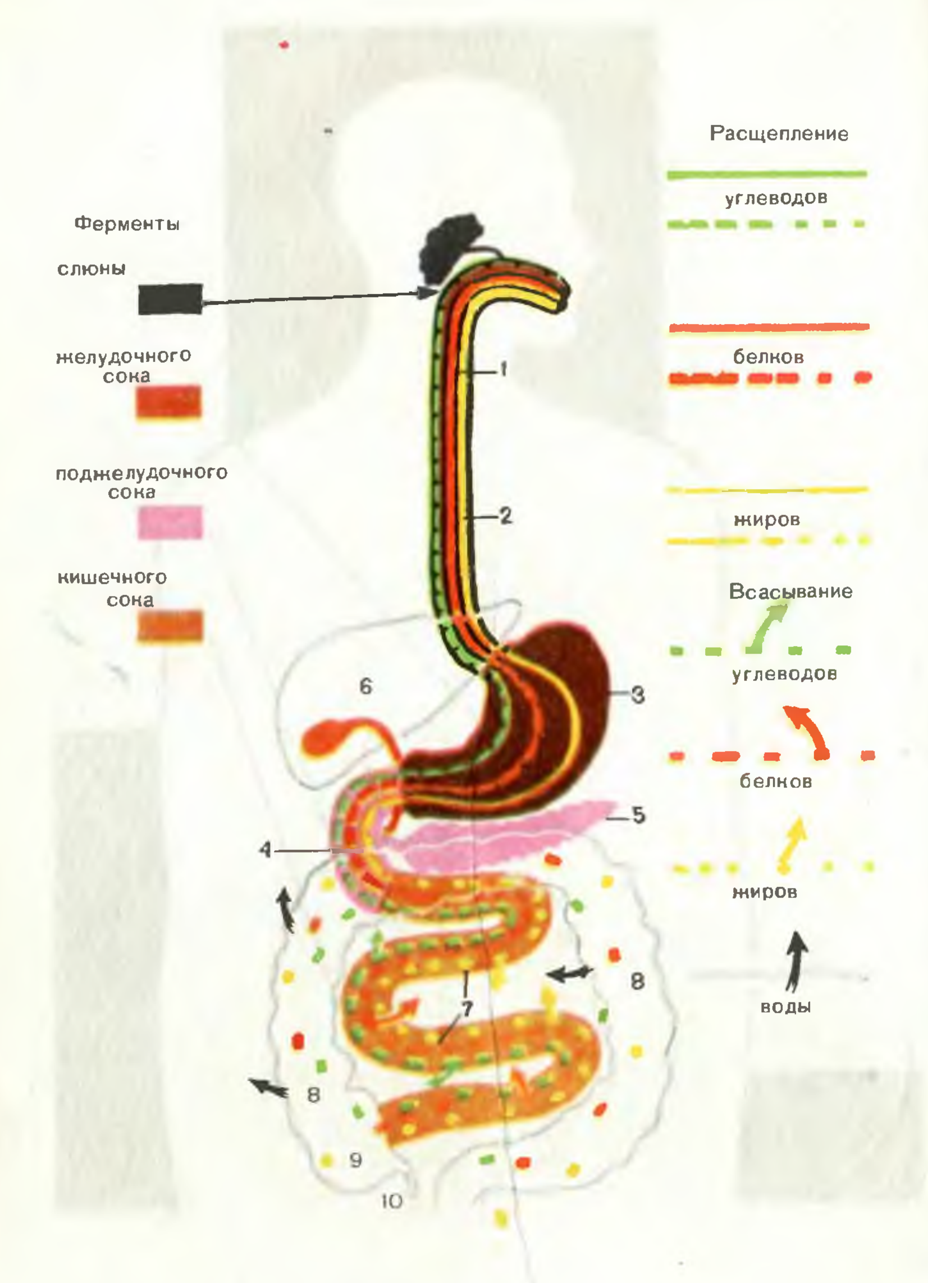


Схема кровообращения и лимфообращения

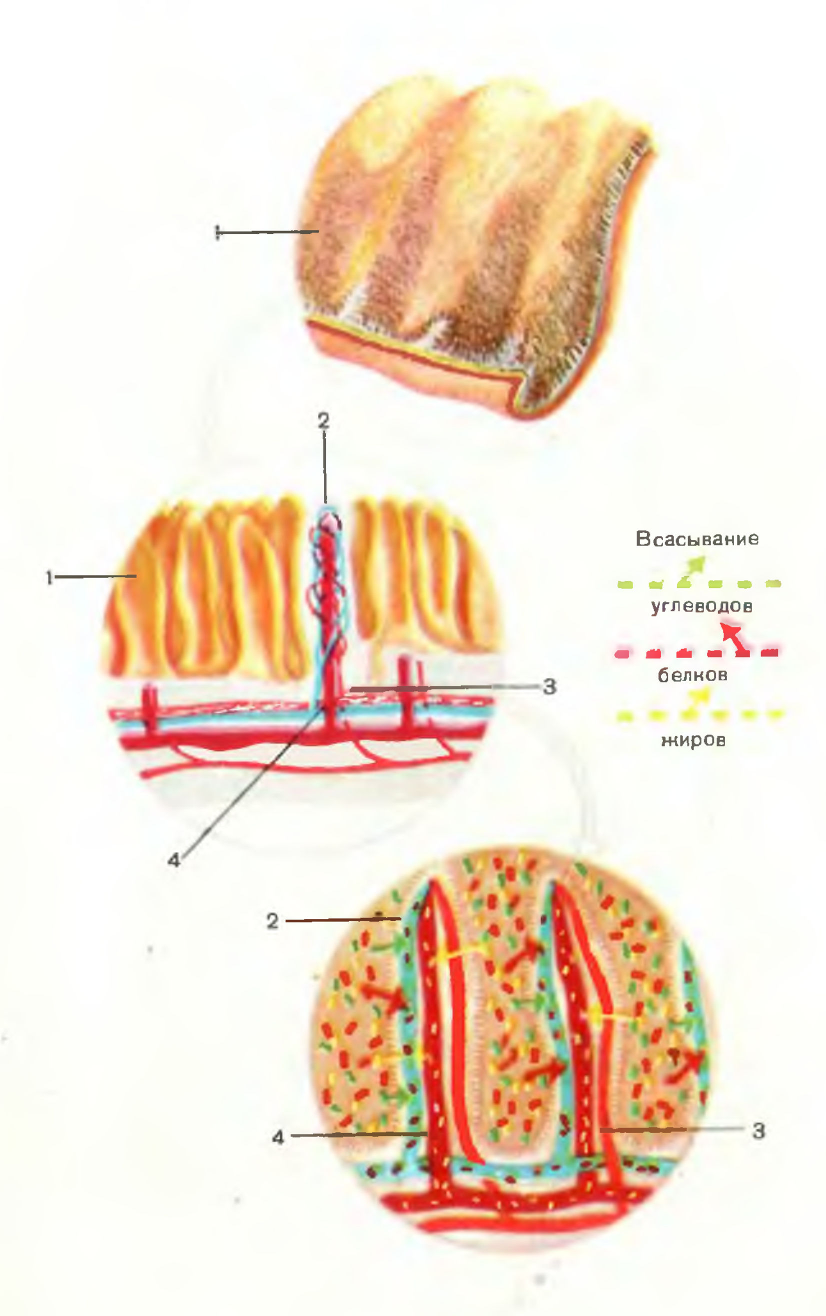
Главные сосуды большого круга кровообращения

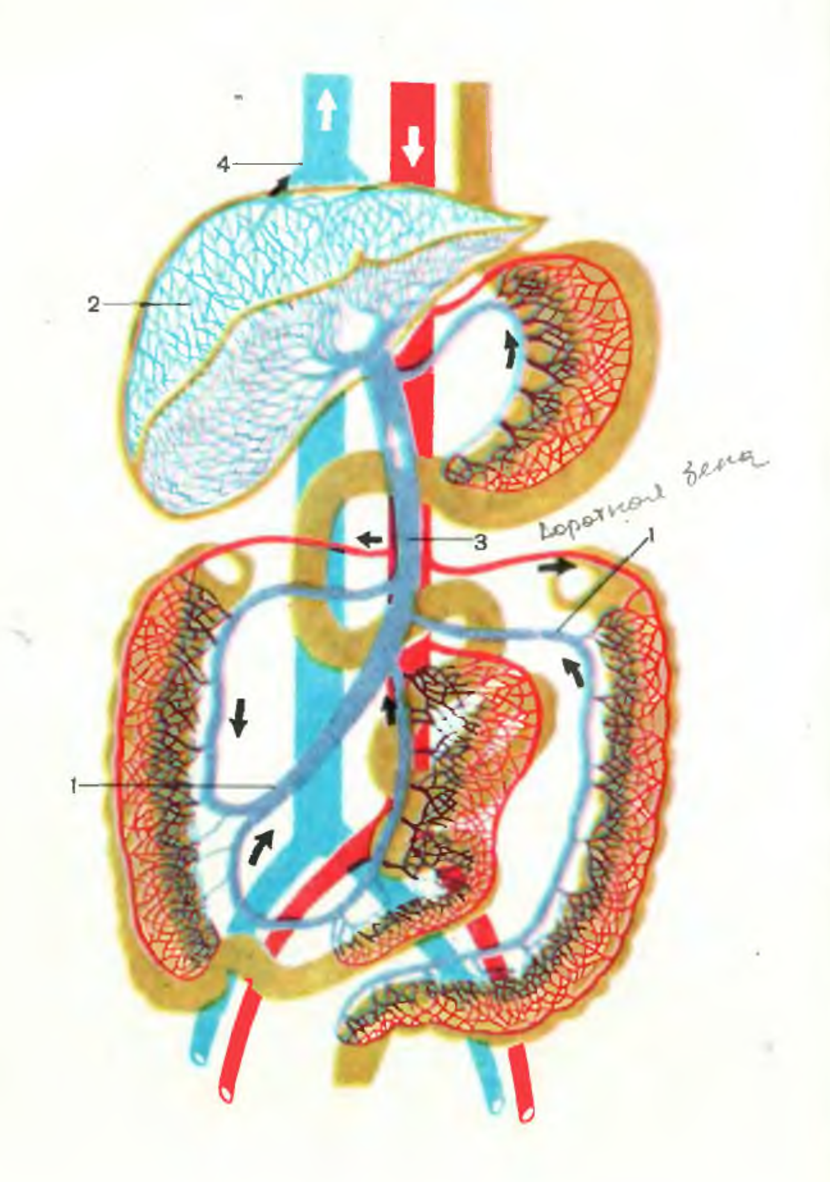

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
9

IV



Ферменты
слюны
желудочного сока
поджелудочного сока
кишечного сока
Расщепление
углеводов
белков
жиров
Всасывание
углеводов
белков
жиров
воды
1
2
3
4
5
6
7
8
8
9
10


1
2
1
3
4
Всасывание
углеводов
белков
жиров
2
4
3

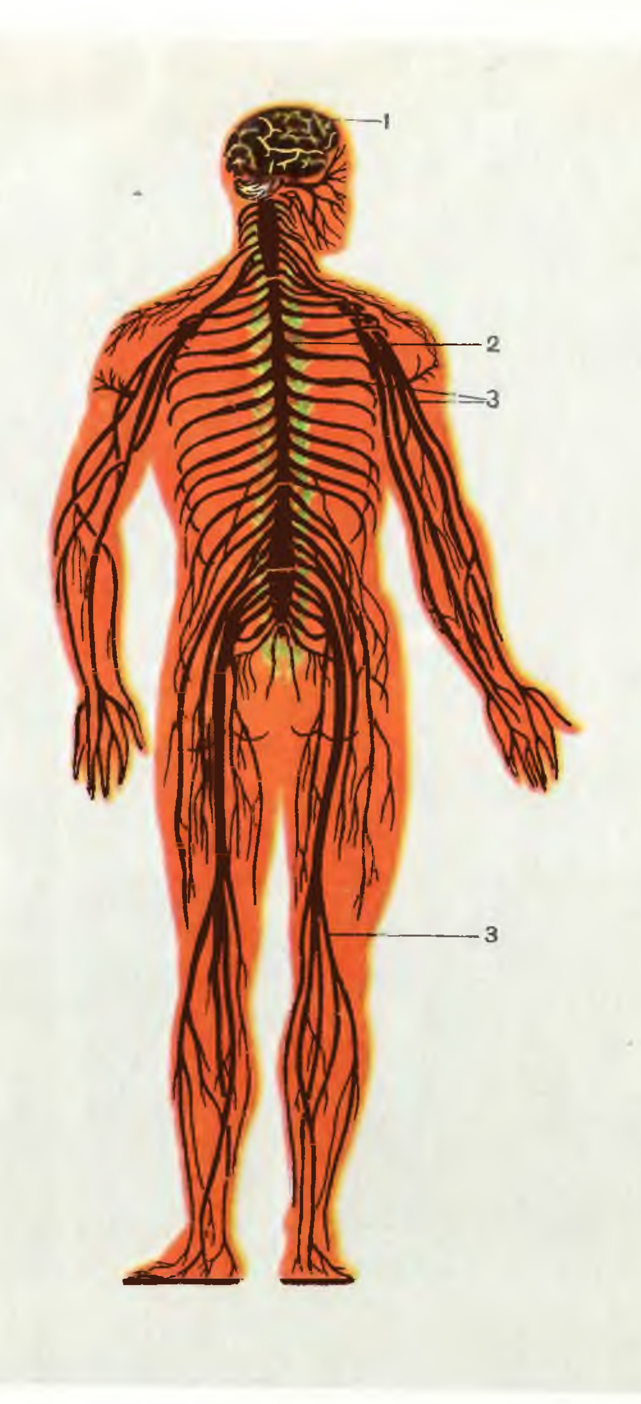


4
1
5
2
3

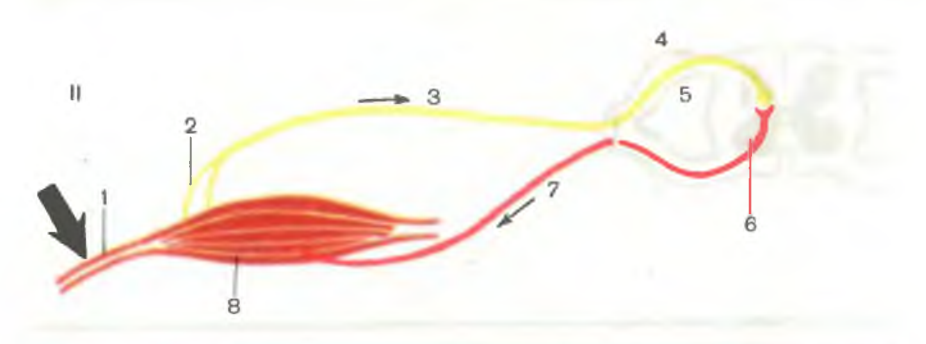
4
10
6
5
7
11
9

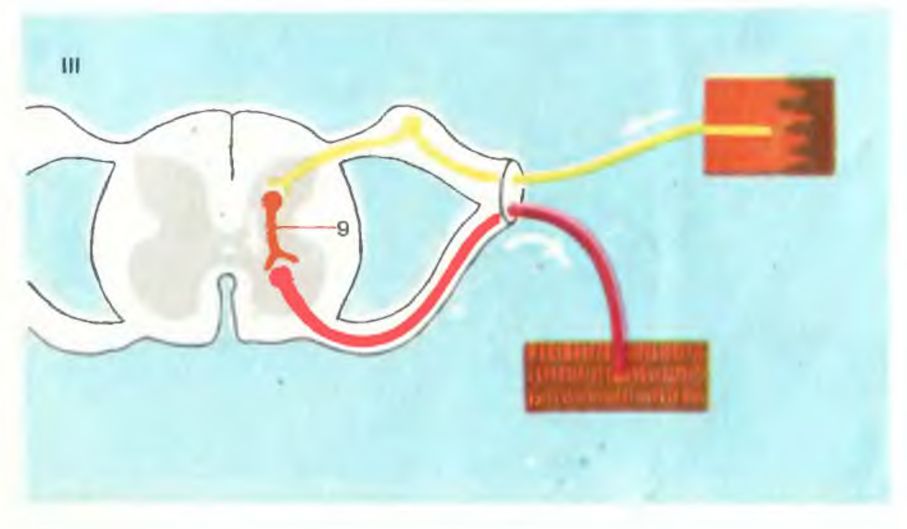
13
16
8
9

16
15
8
12
14
17
13

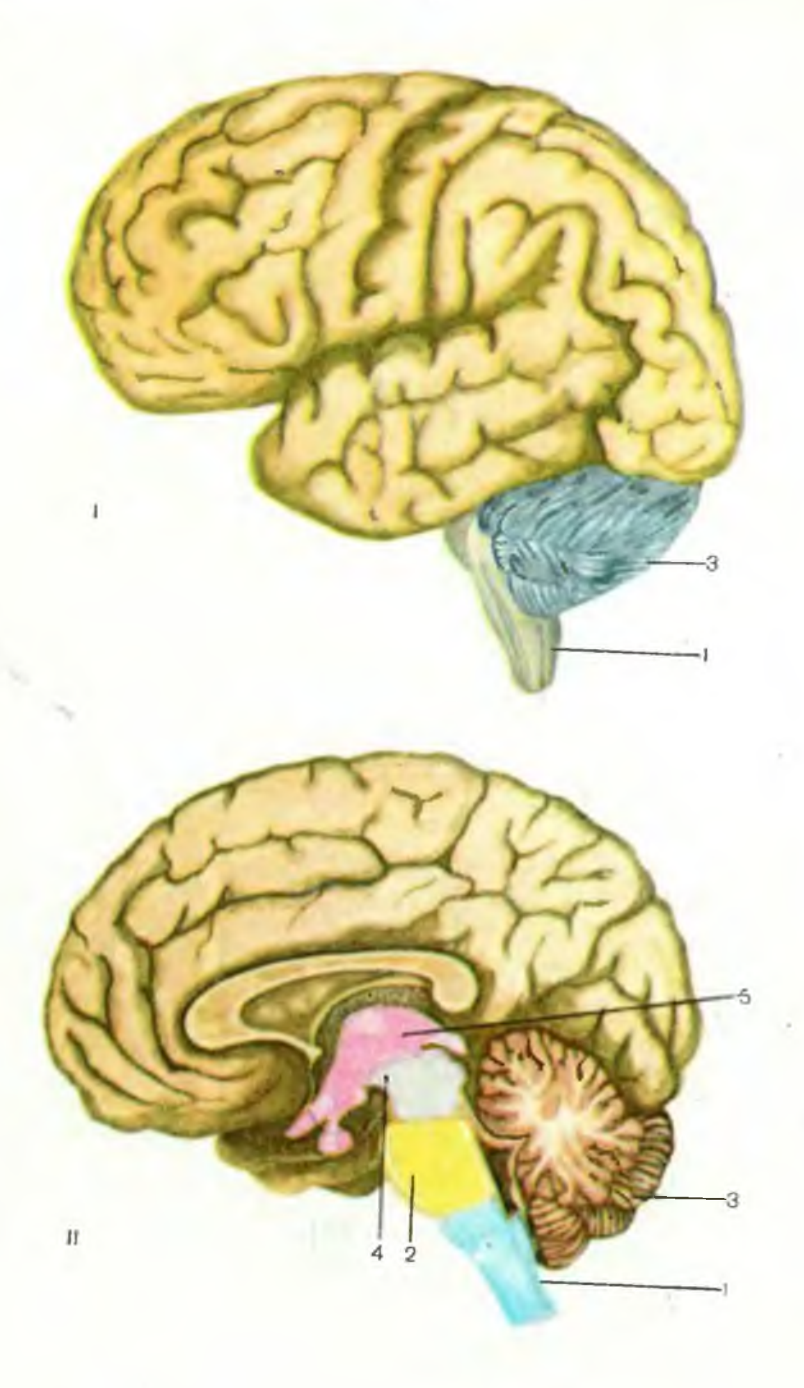

1
2
3
3

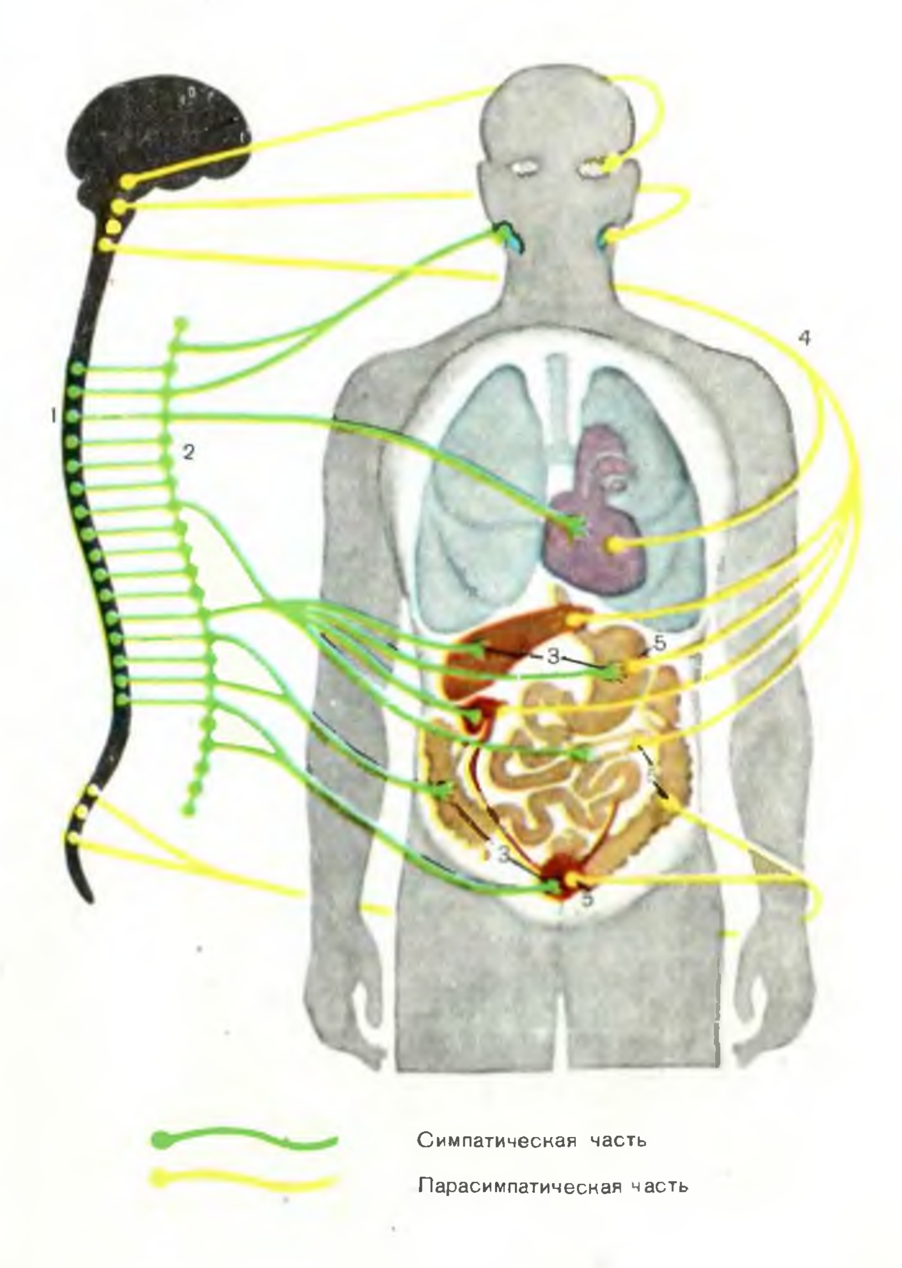

I
1

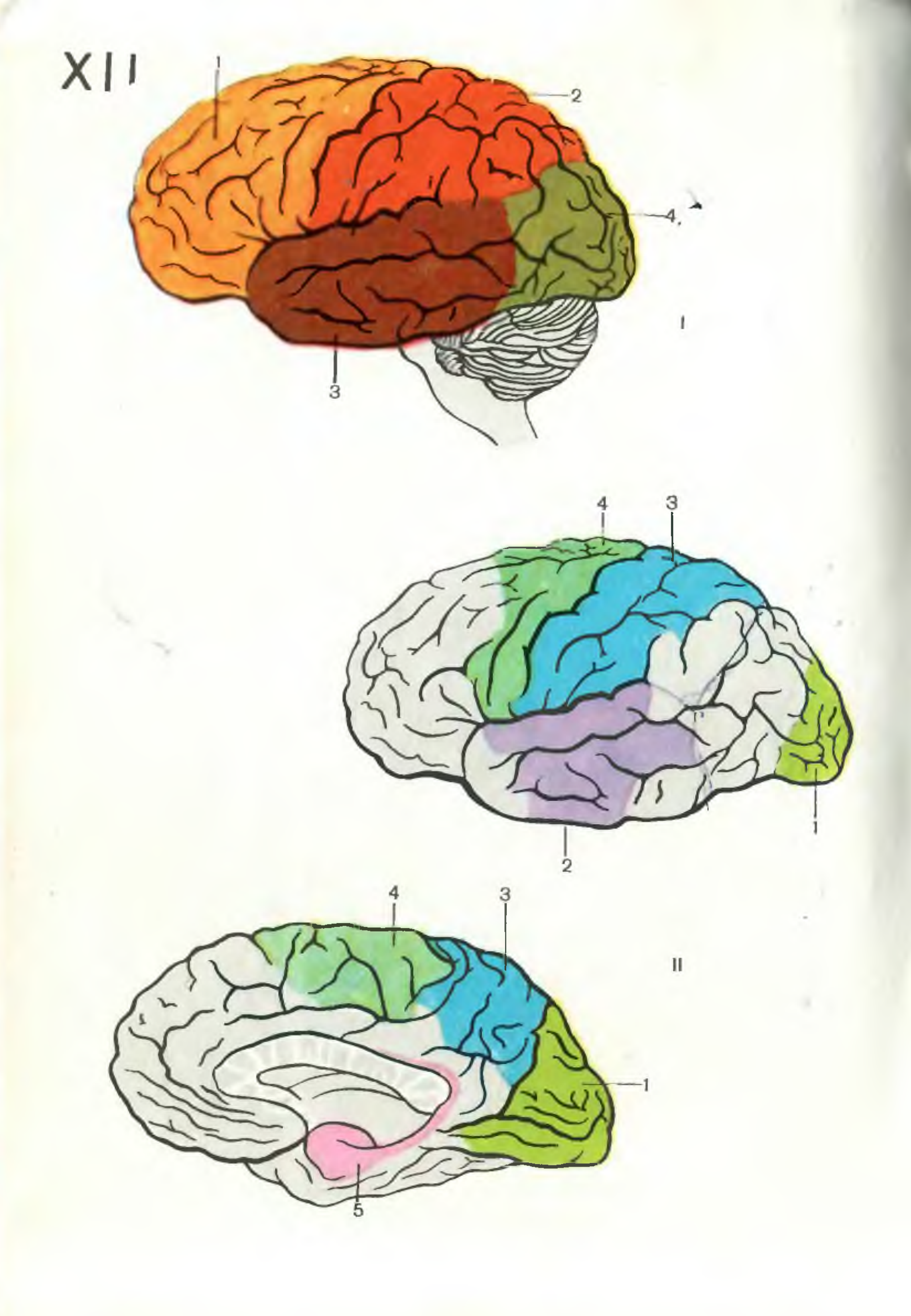

II
1
2
3
4
5
6
7
8


III
9

X




1
2
3
4
5
Симпатическая часть
Парасимпатическая часть


XII
1
2
4
3
I
4
3
2
1
4
3
II
1
5



4
2
1
3
А
7
6
5
Б
4
7
2
5
6
1
3
В
8
7
4
2
6
5
3
Г



8
7
4
2
9
6
5
3
A
8
10
7
4
2
6
5
3
9
Б
10
9
В

